

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
**Hornicko-geologická fakulta**  
Institut environmentálního inženýrství

**POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD  
OBCE HUZOVÁ**

Assessment of the sewerage design and wastewater treatment of municipality Huzová  
diplomová práce

**Autor:**

Bc. Alois Pospíšil

**Vedoucí diplomové práce:**

Ing. Jan Thomas, Ph.D.

Ostrava 2017

## Zadání diplomové práce

Student:

**Bc. Alois Pospíšil**

Studijní program:

N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

2102T006 Technologie a hospodaření s vodou

Téma:

Posouzení koncepce odkanalizování a čištění odpadních vod obce  
Huzová  
Assessment of the sewerage design and wastewater treatment of  
municipality Huzová

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Návrh odkanalizování
3. Návrh čistírny odpadních vod
4. Teoretické principy řešení daného problému
5. Odhad ekonomických nákladů vypracované varianty řešení
6. Závěr

Povinné přílohy:

1. Projektová dokumentace kanalizace (Přehledná a podrobná situace, Podélný profil kanalizace, Vzorový řez uložení)
2. Projektová dokumentace čistírny odpadních vod (Podrobná situace, Detaily objektů ČOV, Výpočtová část hydrauliky ČOV a látkového zatížení)

Seznam doporučené odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího diplomové práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Thomas, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017

doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.  
vedoucí institutu



prof. Ing. Jaroslav Dvořáček, CSc.  
pověřený vedením fakulty

## Prohlášení

Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 28.4.2017



Podpis autora

## **Poděkování**

Zde na této straně je na místě, abych poděkoval všem, kteří mi pomohli v tomto projektu. Děkuji svému vedoucímu Ing. Jan Thomas, Ph.D. za jeho užitečné rady při vypracování diplomové práce. Dále tímto děkuji Ing. Ondřej Michálek, za rady při sestavování ČOV. Poděkování patří také lidem ze stavební divize společnosti FORTEx – AGS, a.s. a J&J Studio inženýrské sítě s.r.o., za věnovaný čas a ČÚZK Olomouc, za ochotu a poskytnutí potřebných podkladů. V neposlední řadě mojí rodině, za podporu během celé doby studia.

Diplomová práce prezentuje znalosti nabyté v rámci projektu Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin - Projekt udržitelnosti. Identifikační kód: LO1406. Projekt je podporován Národním programem udržitelnosti financovaném ze státního rozpočtu ČR.

## **Anotace**

Obsahem diplomové práce je vypracování posouzení koncepce odkanalizování a čištění odpadních vod obce Huzová. Je zde řešena problematika odvedení odpadní vody z obce, pomocí oddílné gravitační kanalizace, až na čistírnu odpadních vod. Dále popisuje čistírnu odpadních vod a její mechanismus čištění. Práce je rozdělena do dvou částí, na část teoretickou a praktickou.

V teoretické části je popsána charakteristika území obce, současný stav distribuce vody a její historie. Dále je uvedena legislativa, technické principy řešení a navrhování stokových sítí a čištění odpadních vod.

Praktická část zahrnuje posouzení čistírny odpadních vod a odkanalizování. V projektu je také výkresová část čistírny odpadních vod, včetně výpočtu hydrauliky a látkového zatížení čistírny odpadních vod, dále výkresy kanalizace. Ekonomický odhad obsahuje náročnost finanční stránky na výstavbu díla.

## **Klíčová slova**

Kanalizace, stoková síť, čistírna odpadních vod, odpadní voda, splašky, dešťová voda, mechanické čištění, biologické čištění, kalové hospodářství, denitrifikace, nitrifikace, recipient.

## **Abstract**

The content of this diploma thesis is the elaboration of an assessment of the concept of sewerage and waste water treatment of the municipality of Huzová. It deals with the issue of drainage of waste water from the village by means of gravity, separate sewerage, to a sewage treatment plant. It also describes the sewage treatment plant and its cleaning mechanism. The thesis is divided into two parts, theoretical and practical.

The theoretical part describes the characteristics of the municipality, the current state of water distribution and its history. It also contains legislation, technical principles of solution and design of sewer networks and wastewater treatment.

The practical part includes an assessment of the sewage treatment plant and drainage. The project also includes a drawing part of the sewage treatment plant, including the calculation of the hydraulics and fabric load of the sewage treatment plant, and drainage drawings. The economic estimate includes the demandingness of the financial site for the construction of the work.

## **Keywords**

Sewerage, sewerage system, wastewater treatment plant, wastewater, sewage, rainwater, mechanical cleaning, biological cleaning, sludge management, denitrification, nitrification, recipient.

## Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Popis stávajícího stavu.....</b>	<b>3</b>
2.1 Obec Huzová.....	3
2.2 Vodovodní síť .....	3
2.3 Historie obce .....	4
<b>3. Teoretická část k odkanalizování .....</b>	<b>5</b>
3.1 Zákony a legislativa .....	5
3.2 Odpadní voda a její rozdělení .....	5
3.3 Stokování a soustavy stokových sítí .....	6
3.5 Alternativní způsoby odvádění odpadních vod .....	8
3.6 Materiály a tvary stok .....	11
3.7 Dispozice stok.....	11
3.7.1 Systém značení stok.....	13
3.7.2 Hloubka uložení stok .....	13
3.7.3 Sklony stok a přípojek .....	13
3.8 Nakládání s dešťovou vodou .....	14
3.9 Žumpa.....	16
3.10 Domovní ČOV .....	17
<b>4. Teorie k technologii čištění odpadních vod .....</b>	<b>18</b>
4.1 Čistírny odpadních vod .....	18
4.2 Mechanické předčištění odpadních vod.....	19
4.3 Biologické čištění odpadních vod.....	21
4.3.1 Aktivace .....	23
4.3.3 Dosazovací nádrže .....	26
4.4. Kalové hospodářství .....	26
<b>5. Posouzení odkanalizování obce Huzová .....</b>	<b>30</b>
<b>6. Čistírna odpadních vod Huzová a její technologie čištění odpadních vod .....</b>	<b>34</b>

6.1	Vstupní podklady o kvalitě a množství odpadních vod v projektu.....	35
6.2	Akumulace odpadní vody a její přečerpávání.....	35
6.3	Mechanický stupeň předčištění.....	35
6.4	Biologický stupeň čištění.....	36
6.4.1	Nitrifikační nádrž $AN_{NN}$ .....	36
6.4.2	Denitrifikační nádrž $AN_{DN}$ .....	36
6.5	Dosazovací nádrž .....	36
6.6	Kalové hospodářství – aerobní stabilizace.....	37
6.7	Měrný objekt.....	37
6.8	Dodatková technická stavební část .....	37
6.7	Výpočtová část.....	38
<b>7.</b>	<b>Odhad ekonomických nákladů zpracované varianty .....</b>	<b>54</b>
7.1	Odhad ceny ČOV .....	54
7.2	Odhad ceny kanalizace .....	55
7.3	Energetická bilance.....	57
<b>8.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>60</b>
<b>10.</b>	<b>Seznam obrázků, tabulek a příloh.....</b>	<b>64</b>
10.1	Seznam tabulek.....	64
10.2	Seznam obrázků.....	65
10.3	Seznam příloh.....	66



## **Seznam použitých zkratek**

a.s. – akciová společnost

BSK<sub>5</sub> – biochemická spotřeba kyslíku

CaO – oxid vápenatý

ČOV – čistírna odpadních vod

ČR – Česká republika

ČS – čerpací stanice

ČSN – česká technická norma

DN – vnitřní průměr potrubí

DPH – daň z přidané hodnoty

EN – evropská norma

EO – ekvivalentní obyvatel

EU – Evropská unie

JKSO – jednotná klasifikace stavebních objektů

Kč – koruna česká

l/os – litrů na osobu

l/sec – litry za sekundu

lPE – lineární polyetylen

m n. m. – metrů nad mořem

m/sec – metry za sekundu

mm – milimetry

MPa – megapascal

O<sub>2</sub> – chemická značka kyslíku

PE – polyethylen

PHO – pásmo hygienické ochrany

PP – polypropylen

PVC – polyvinylchlorid

RD – rodinný dům

rPE – rozvinutý polyetylen

TNV – technická norma vodního hospodářství

TSKP – třídník stavebních konstrukcí a prací

TUV – teplá užitková voda

tzv. – takzvaně

VaK – Vodovody a kanalizace

VDJ – vodojem

ŽB – železobeton

## 1. Úvod

Voda je jedním ze základních podmínek přežití – bez vody není života. Tvoří 71% povrchu Země a nalezneme ji na povrchu i pod povrchem. Vyskytuje se ve skupenství pevném, plynném a kapalném. V dnešní době jsme schopni vodu jímat z povrchu i podzemí - surová voda. Dále ji upravovat tak, aby splňovala kvalitu pro konzumaci - pitná voda. Dokážeme vodu akumulovat a rozvádět za pomoci gravitace a potrubních systémů, až k jednotlivým spotřebitelům a domácnostem. Po užití vody za jakýmkoliv účelem, ji následně vracíme přes kanalizační systém do ČOV - odpadní voda. Zde se snažíme vyčistit vodu tím nejefektivnějším způsobem na požadovanou jakost a vracet ji zpět do recipientu. Tam začíná znovu koloběh vody v přírodě.

Vody je na světě dostatek, ale je nerovnoměrně rozmístěná. Tato surovina je velmi vhodná také k energetickým účelům. Nejen díky tomu nejeden stát vede, vedl a dovolím si říct, že i do budoucna povede dlouhodobé spory či války. Lidé si při otočení kohoutku mnohdy ani neuvědomí, jakou složitou cestou si voda předtím prošla. Proto bychom si měli vody vážit a navracet ji zpět do přírody v užitečné formě.

Nejen proto se námětem na tuto práci stalo odkanalizování a čištění odpadních vod v menší obci Huzová. Na základě této problematiky je diplomová práce rozdělena do dvou částí, na část teoretickou a praktickou. Teoretická část je rozdělena na dvě kategorie.

První se zabývá teoretickým řešením odkanalizování odpadních vod. Věnuje se příslušným zákonům a legislativě, rozdělení odpadních vod, systémům stokování, materiálu a tvaru stok, dispozičnímu řešení stokových sítí, možnostmi nakládání s dešťovou vodou a alternativním způsobům shromažďování a likvidaci odpadních vod.

Druhá část je zaměřena na problematiku čištění odpadních vod. Shrnuje rozdělení a funkci čistíren odpadních vod obecně a dále se věnuje mechanickému, biologickému stupni čištění odpadních vod a kalovému hospodářství.

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

Praktická část posuzuje koncepci odkanalizování a čištění odpadních vod v obci Huzová, včetně ekonomického odhadu a energetické bilance provozu samotného chodu čistírny odpadních vod. V přílohové části se nachází příčný a podélný profil splaškové kanalizace, přehledná situace kanalizace, podrobná situace kanalizace, schématické znázornění ČOV Huzová, půdorysné rozvržení technologické části a výkres řezu čistírny odpadních vod.

## **2. Popis stávajícího stavu**

Následující kapitoly přibližují obec, jejíž část se týká praktické řešení.

### **2.1 Obec Huzová**

Obec Huzová se nachází na okraji Olomouckého a Moravskoslezského kraje, v blízkosti města Šternberk, které je vzdáleno asi 13 km od samotné obce. Obcí protéká menší potok Sitka. Potok Sitka patří pod povodí řeky Moravy. Spolu s nedalekými osadami Arnoltice a Veveří (nacházející se mimo jiné v přírodním parku Sovinecko) se řadí se svoji nadmořskou výškou 515-540 metrů nad mořem mezi horské oblasti. Oblast je využívána převážně pro chov a pastvu dobytka, zejména skotu. V současné době má obec 589 obyvatel, s navýšením deseti obyvatel oproti roku 2016. [1]

Naprostá většina obyvatel žije v samostatných rodinných domech různého stáří a velikosti. Malá část obyvatel bydlí v domech bytových, které se v obci nacházejí. Domy se nacházejí podél hlavních cest obce. V současnosti má obec 120 popisných čísel, vybavenost v jednotlivých domech odpovídá jejich stáří. Převážná většina obyvatel se dopravuje za prací do okolních měst a obcí. Nadmořská výška v obci je od 510 – 535 m n. m.

### **2.2 Vodovodní síť**

Je zde zavedena veřejná vodovodní síť pod správou VaK Bruntál a.s. Zdrojem pitné vody jsou dva prameny, nacházející se severně nad obcí. Prameniště Koruna s vydatností 0,5 l/s a vrty I. – IV. s vydatností 3,5 l/s. PHO je vyhlášeno u obou zdrojů. Voda je dále čerpána za pomoci čerpadel do VDJ 2 x 50 m<sup>3</sup> s výškovou kótou 562,80 m n.m. a transport k obyvatelům je zajištěn vodovodním řadem z oceli, litiny a PVC s DN 80-150 mm. Příprava TUV v RD se řeší lokálním způsobem v jednotlivých objektech. Spotřeba pitné vody v obci je cca 120 l/os na den. Zásobování je provedeno v jednom tlakovém pásmu. Na severovýchodě je zemědělské družstvo, které má svůj vlastní vodovod s vlastním zdrojem. [2]

Občanská vybavenost v obci se skládá z několika obchodů, základní školy, mateřské školy a pohostinství. Zemědělství zastupuje místní zemědělské družstvo a pár

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

drobných chovů. V obci se nenachází žádné průmyslové objekty většího charakteru. Rekreační zařízení v obci je zastoupeno pouze klasickým fotbalovým hřištěm.

### **2.3 Historie obce**

Patří mezi nejstarší osady rýmařovského okolí. První zmínka o „osadě Guzoue“ je z roku 1141 listina biskupa Jindřicha Zdílka. Avšak v tomto případě si historici nejsou zcela jistí, protože se tato zmínka může týkat i 15km vzdálené Moravské Huzové (část obce Štěpánov). Obec Huzová vznikla jako spojovací stanice na zemské stezce Olomouce – Vratislav a také jako kolonizační oblast pro německé osadníky (12. – 14. století). Kolem roku 1320 obydli městečko rod feudálů a obec dostala městská práva, právo várečné (právo vařit pivo), soudní právo a právo hrdelní, které se vykonávalo na nedaleké šibenici. Později se však rod přestěhoval na nově vystavěný hrad Sovinec a obec začala chátrat. Počátek třicetileté války přinesl Huzové hladomor a morovou epidemii. V roce 1832 zase cholera (průjmové onemocnění způsobené bakteriemi *Vibrio cholera*). [3]

Období úpadku a hospodářské krize přinesla neblahá 40. léta 19. století. Následek hospodářské krize vyústil v první světovou válku, po které následovala druhá světová válka s pozdějším odsunem německého obyvatelstva. V letech 1964 se součástí Huzové staly obce Arnoltice a Veverčí. Mezi památky obce se řadí kostel svatého Jiljí, hrad Waldhausen (13. století), Mariánský sloup a barokní socha Immaculaty (18. století). [4]

### 3. Teoretická část k odkanalizování

Tato část obsahuje teoretické řešení k problematice odkanalizování.

#### 3.1 Zákony a legislativa

V této kapitole jsou vypsány některé ze základních zákonů k problematice odkanalizování odpadních vod.

##### **Zákon č. 254/2001 Sb. – Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)**

Tento zákon má za úkol ochranu povrchových a podzemních vod, hospodárné využití vodních zdrojů, zlepšení kvality povrchových a podzemních vod. Minimalizaci účinků povodní a sucha a zabezpečení ochrany vodních děl. Dále zajišťuje ochranu vodních ekosystémů a suchozemských ekosystémů, které jsou na nich závislé. Zákon se snaží zajistit dostupnost pitné vody pro obyvatelstvo. [5]

##### **Zákon č. 274/2001 Sb. – Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)**

Upravuje vztahy, které vznikají při stavbě a provozu veřejných vodovodů a kanalizací (a jejich přípojky). Zákon upravuje působnost orgánů samosprávných celků a správních úřadů. [6]

#### 3.2 Odpadní voda a její rozdělení

Jedná se o vodu, která byla znečištěna v důsledku lidské činnosti (změna jakosti, teploty, zabarvení a podobně). Odpadní vody rozdělujeme do několika skupin.

**Splaškové** odpadní vody – zbytky z kuchyní, koupelen, prádel, WC a hygienických zařízení.

**Dešťové** odpadní vody – vody z atmosférických srážek, které mohou být znečištěny ovzduším nebo až po dopadu například ropnými látkami ze silnice. Rozlišujeme na znečištěné a neznečištěné, podle druhu povrchu, na který dopadnou.

**Průmyslové** odpadní vody – z průmyslových závodů (technologické a chladicí vody), ze zemědělských objektů aj. Některé závody musí před napojením na veřejnou

kanalizaci předčišťovat odpadní vody ze svých činností lokálně, neboť není možné tyto vody čistit v městské čistírně odpadních vod.

**Infekční vody** – infekční vody obsahující choroboplodné zárodky z nemocnic, sanatorií, mikrobiologických laboratoří, očkovacích výroben a obdobných provozoven. Odpadní vody tohoto typu jsou zvláště nebezpečné a jejich likvidace na místě vzniku je nutností. Pravidly pro odvádění a čištění OV ze zdravotnických zařízení se zabývá ČSN 75 6406.

**Oplachové vody** – vody, které se používají pro čištění chodníků, komunikací, parkovišť a zpevněných ploch. Jsou znečištěny obdobně, jako vody dešťové.

**Balastní vody** – jedná se o nežádoucí podzemní vody, které se do kanalizace dostaly vlivem netěsnosti, poruch potrubí či jiných havárií kanalizačního systému.

**Ostatní odpadní vody** – vody nezařaditelné do předchozích kategorií. [7]

### 3.3 Stokování a soustavy stokových sítí

Stokování je souhrnný název pro vědecko-technickou disciplínu, zabývající se navrhováním, výstavbou a provozováním stokových sítí, kanalizačních přípojek. Patří zde také veškeré objekty, které se na stoce nacházejí (šachty, spadiště, skluzy, uliční vpusti, shybky, čerpací stanice, odlehčovací komory a další). Podle způsobu odvádění odpadních vod rozlišujeme jednotnou, oddílnou a kombinovanou soustavu.

#### Jednotná soustava

Jednou stokovou sítí se odvádí vody srážkové i vody splaškové. Dimenzování těchto sítí, se ne vždy provádí na maximální průtoky srážkových vod, protože se do sítě mnohdy zakombinují takzvané odlehčovací komory. Odlehčovací komory slouží k odlehčení průtoku v kanalizaci a fungují na přepadovém principu. Při přívalovém dešti je nařazená srážková voda odváděna přes odlehčovací komoru přímo do recipientu. Mezi výhody patří nižší cenová investice a malá pravděpodobnost zanesení potrubí. Nevýhodou je odpouštění nařazených vod, při větším dešti. Tento problém však může být vyřešen vystavěním separátorů a dešťových nádrží. [8]



### **Oddílná soustava**

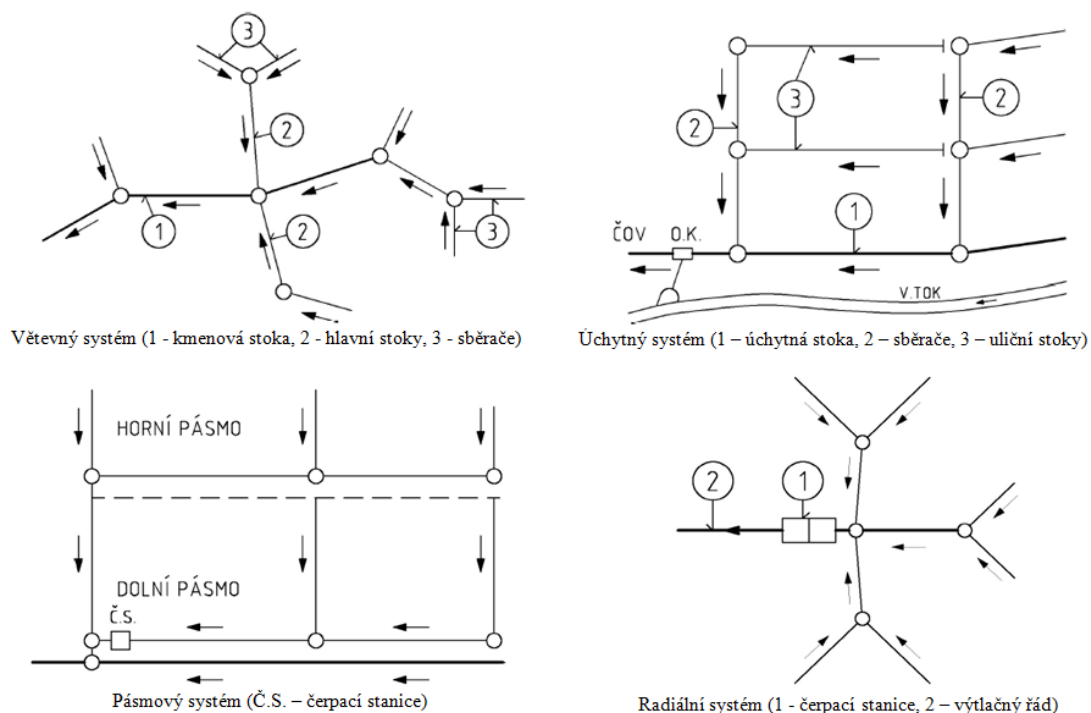
K odkanalizování je zapotřebí více než jedno potrubí. Splaškové a průmyslové vody jsou odváděny jedním potrubím na čistírnu odpadních vod a dešťové vody jsou většinou vyústěny do vodního toku druhým potrubím. Výhodou je separovaný transport dešťové a splaškové vody. Mezi hlavní nevýhody řadíme ekonomickou nákladnost, prostorové nároky, tvorba nánosů u splaškových větví s minimálními sklony. Nejčastěji se používá k odkanalizování menších obcí a průmyslových závodů, které produkují závadné toxické látky. [8]

### **Kombinovaná soustava**

Jedná se o kombinaci dvou předcházejících soustav. Užití kombinované soustavy předchází technicko-ekonomický rozbor, přičemž rozhodující jsou morfologické, hydrologické, urbanistické, technické a ekonomické faktory.

### **Systémy stokových sítí**

Uspořádání stok závisí především na tvaru terénu odkanalizovaného území a charakteru zástavby. Odpadní vodu se snažíme odvést z území co nejrychleji, nejpříměji (oblouky přinášejí potenciální rizika ucpávání), ekonomicky a spolehlivostí v co nejvíce přijatelnější variantě. Rozlišujeme systém větvový, úchytný, pásmový a radiální. [8]



Obrázek 1 Ukázka jednotlivých systémů stokových sítí. [8]

### 3.5 Alternativní způsoby odvádění odpadních vod

V předcházejících případech se odpadní voda dopravovala gravitačně. Existují však případy, kde gravitační způsob odvádění použít nelze. V těchto případech se nabízí následující možnosti.

#### Podtlaková kanalizace (vakuová)

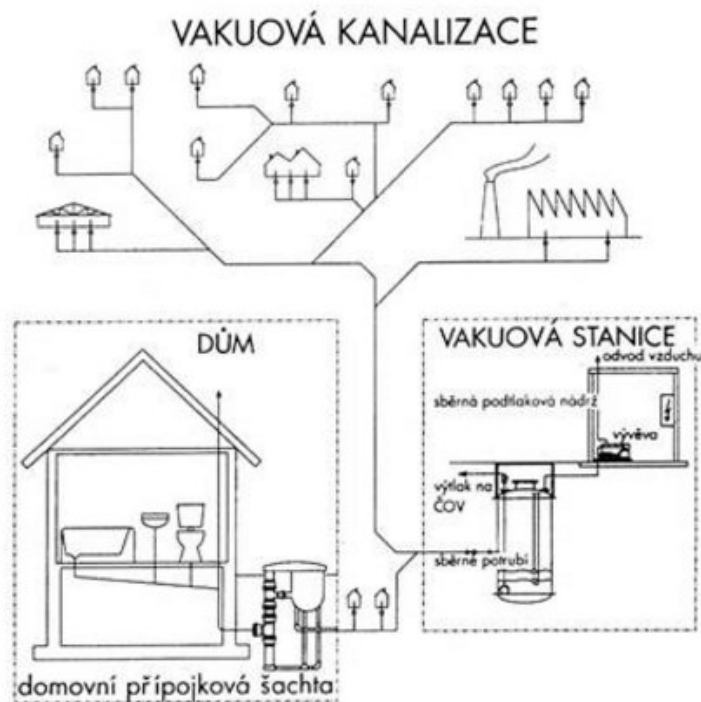
Používá se u oddílné kanalizace. Základem je centrální vakuová stanice, která vytvoří podtlak, za pomoci několika čerpadel. Veškeré splašky z části jsou pak nasávány do sběrné nádoby.

Odpad z domovní kanalizace je nejprve gravitačně sveden do sběrné šachty. Odtud jsou splašky přesunuty sacím ventilem do hlavního kanalizačního potrubí. Proces je řízen automaticky a sání probíhá po dávkách. Z vakuové stanice jsou splašky do centrální ČOV svedeny gravitačně nebo čerpadly. Nejmenší průměry potrubí pro tento typ kanalizace se používá DN 65 – DN 180. Z materiálů jsou to nejčastěji PVC a PE. Výhodou je vysoká

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

transportní rychlost splašků, která se pohybuje od 6 – 8 m/sec. Zásady pro navrhování a provoz jsou uvedeny v ČSN 75 6101. Pro kontrolu správného funkce potrubí, je doporučeno zřizovat na stoce každých 50 metrů kontrolní šachty. [9, 10]

Obrázek pod textem zachycuje princip vakuové kanalizace:



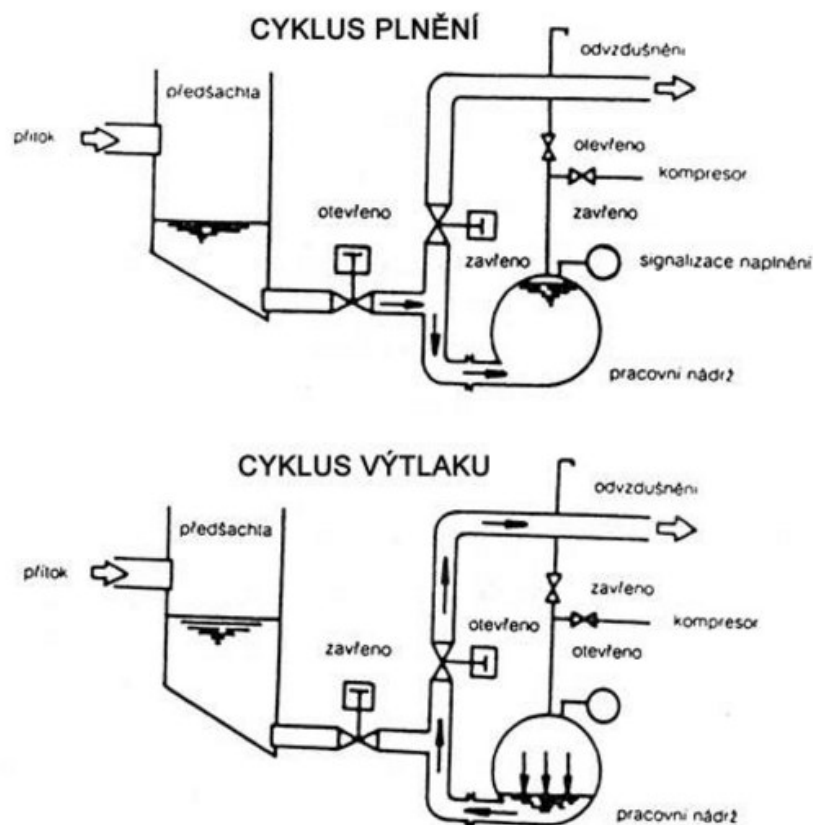
Obrázek 2 Vakuová kanalizace. [11]

### Tlaková kanalizace

Nejčastěji používaná varianta z alternativních způsobů. Princip je založen na přetlaku uvnitř trubicí sítě. Splašky jsou gravitačně svedeny do čerpacích jímek (mnohdy jsou to bývalé žumpy) z jedné či více nemovitostí. Poté jsou ponorným čerpadlem vytlačovány do potrubí směrem k ČOV. V hlavní uliční vpusti se tlak pohybuje okolo 0,5 – 0,3 MPa. Podle tvaru kanalizační sítě rozlišujeme větvenou, liniovou a okružovou síť. Minimální DN potrubí 80 mm s minimální průtočnou rychlostí 0,7 m/sec. Nejčastější materiál stok je z PVC nebo PE. U této metody budujeme v nejvyšších místech tzv. odvzdušňovací šachty a v nejnižších místech šachty odkalovací. [9, 10]

### Pneumatická kanalizace

Odpadní voda je svedena gravitačně do předšachty a z ní do pracovní nádrže. Kompresorem (tlak vzduchu) je dále vytlačena do výtlačného potrubí. Důležité jsou zpětné klapky, které řídí směr toku. Když je pracovní nádrž prázdná, tak se odvzdušní a celý proces se znovu opakuje. Potrubí je ukládáno do nezámrazné hloubky (0,8 – 1,4 m) a kopíruje terén. Hlavní výhody jsou velké rychlosti transportu splašků (6 m/sec), téměř žádné balastní vody, rychle zjistitelné havárie. Nevýhodou je pak pořizovací a provozní nákladnost, vysoká spotřeba elektrické energie. Na následujících obrázcích je schematicky vysvětlen princip plnění a výtlačku odpadních vod. [9]



Obrázek 3 Znárodnění provozu pneumatického zařízení. [7]

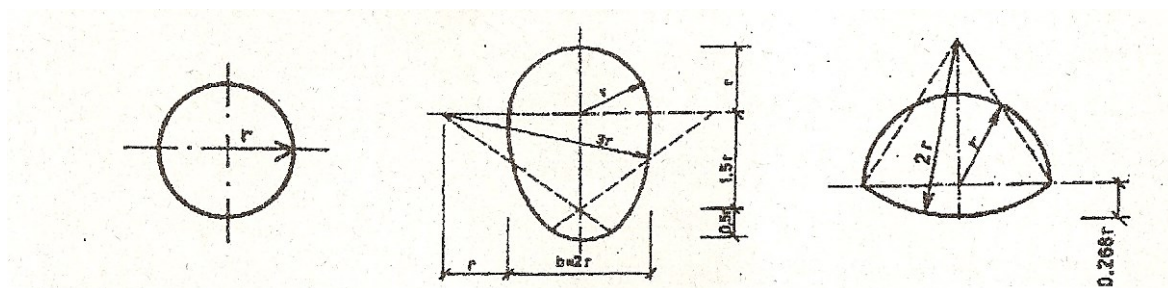
### 3.6 Materiály a tvary stok

Při volbě vhodného materiálu, dbáme zejména na tyto aspekty: vodotěsnost systému, nízká drsnost, vysoká odolnost vůči chemikáliím, pevnost a únosnost potrubí, snadná montáž a cenová dostupnost.

V dnešní době existuje vysoká škála i dostupnost materiálů: kamenina, beton a železobeton, sklolaminát, litina, plasty (PVC, PE, PP, rPE, lPE a další), čedič, šedá litina, tvárná litina, polymerbeton, vláknocement (beton s rozptýlenou výztuží) a kombinace uvedených materiálů. Při změně potrubí na jiný druh materiálu se používají tzv. přechodové kusy. [12]

Pro tvary stokových sítí se doporučují tyto příčné profily: kruhový, vejčitý, tlamový.

Pro kanalizační přípojky je nejvhodnější profil kruhový. V obrázku pod textem jsou uvedeny tvary jednotlivých stok.



Obrázek 4 Tvary stok. [13]

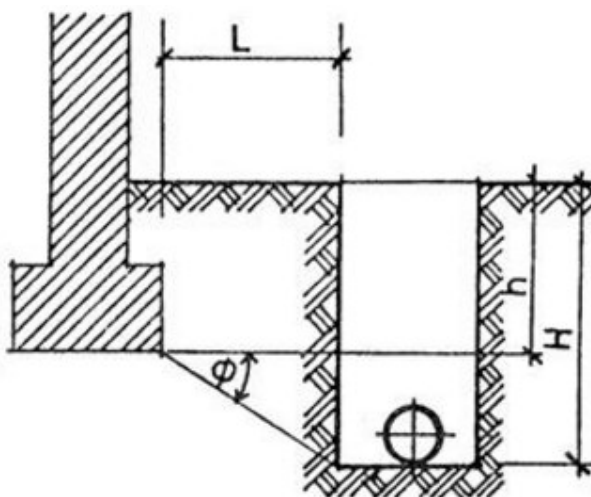
### 3.7 Dispozice stok

Stoky navrhujeme podle normy ČSN 75 6110. Veřejná kanalizace se ve většině případů umísťuje do veřejných komunikací a ploch. Jednotná kanalizace se ukládá do středu komunikace a oddílná mimo osu komunikace. Při oddílné kanalizaci neukládáme potrubí ve vodorovném směru nad sebou. Stoky kruhového profilu rozdělujeme na neprůlezné ( $DN < 800$  mm), průlezné ( $DN 800 - 1500$  mm) a průchodné ( $DN > 1500$  mm). Pokud ukládáme potrubí s hrdlem, klademe jej vždy hrdlem proti sklonu od

nejnižšího konce rýhy. V podélném směru nelze ukládat potrubí pod kolektory nebo jiné inženýrské sítě. To stejné platí v podélném směru i o ukládání pod korytem toku. Nejvhodnější místa pro uložení kanalizace jsou zelené pásy poblíž komunikace. Při opravách tímto minimalizujeme nejen dopravní omezení, ale i finanční nákladnost. Přímou nad stokovou sítí se nesmí budovat žádné stavební objekty. Stromy lze vysazovat od vnější hrany stoky s distancí 1,5 m (prorůstající kořenový systém může narušit potrubí). Maximální délka přípojky na kanalizační stoku se uvažuje 30 metrů. [12]

Bezpečná vzdálenost dna výkopu rýhy od základu budovy se pak vypočte z následujícího vzorce, jehož parametry jsou vysvětleny v obrázku níže:

$$L = \frac{H - h}{\operatorname{tg} \varphi} [m]$$



Obrázek 5 Bezpečná vzdálenost rýhy od základu sousední budovy. [14]

Značení:

H – hloubka dna výkopu [m]

h – hloubka základu budovy pod terénem [m]

φ – úhel vnitřního tření zeminy v daném místě. [12]

### **3.7.1 Systém značení stok**

Označujeme od hlavní kmenové stoky, která ústí do ČOV, ČS nebo recipientu. Dále pokračujeme abecedním označováním vždy proti směru toku. Značení je odlišné, podle důležitosti kanalizační větve (kmenové stoky – hlavní sběrače – sběrače nižších řádů – uliční stoky – odlehčovací stoky – výpustní stoky). Také objekty na stokové síti mají svá příslušná značení. Opět označujeme od čistírny odpadních vod (např. Š1 - znamená pořadové číslo kontrolní šachty). U stokové sítě popisujeme její název (označení), staničení (km, m), druh použitého materiálu, použité DN, kapacitní návrhový průtok (l/sec), průtočná rychlost (m/sec), sklon (‰) a celkovou délku větve. [11]

### **3.7.2 Hloubka uložení stok**

Potrubí sloužící k odvodnění dešťových srážek má mít minimální krycí vrstvu 1000 mm. Jinak je doporučena min. hloubka uložení potrubí v komunikaci 1800 mm a max. hl. z ekonomicko-technických důvodů 6000 mm. Je-li stoka umístěna v chodníku nebo ve volném terénu, doporučuje se min. krytí 1000 mm. Při křížení komunikace nebo kolejí je doporučeno až 1500 mm nebo použít tzv. chráničky potrubí (ocelové potrubí větších rozměrů než kanalizační kus). [13]

### **3.7.3 Sklony stok a přípojek**

U přípojek navrhujeme minimální sklon 2% u DN 150 a 1% u DN 200. U uličních stok se přistupuje s ohledem na stávající terén. Sklon se určuje hydrotechnickým výpočtem v projektu. Dbáme zejména na to, aby se stoka neucpávala. S tímto souvisí transportní rychlost odpadních vod. [13]

### **Minimální rychlosti**

Maximální přípustné rychlosti udává ČSN 75 6101. Maximální průtočná rychlost při kapacitním plnění je 5 m/sec. Stoky vybudované z materiálu, který odolává vyšší mechanické zátěži, mohou výjimečně dosahovat max. rychlosti až 10 m/sec. Je nutné mít na materiál stoky příslušnou certifikaci. U stok betonových je doporučeno provést ochranné opatření betonu již od 3 m/sec. Při překročení max. rychlosti, musíme utlumit přebytečnou pohybovou energii odpadních vod. Důsledek této energie je potom

opotrebování (obrus) daného materiálu. Tento problém se řeší pomocí spadiště nebo skluzu. Tato varianta je však z finančního hlediska nákladná. [12]

### **3.8 Nakládání s dešťovou vodou**

Tato kapitola je věnována nakládání s dešťovou vodou v obcích a domácnostech. Ve většině obcí či malých měst je kanalizace řešena oddílně. Dešťová voda bývá v takových případech svedena odlišným potrubím, než odpadní voda splašková. Tento způsob je vhodnější i z hlediska rovnoměrnosti naředění přitékající vody do ČOV, než při jednotném systému odkanalizování. Další možností je použití odlehčovacích komor, které jsou založeny na principu přelivu nadměrného množství vody při deštích. V odlehčovací komoře je směrem k ČOV zúženo potrubí a při zaplnění voda přetéká přes přepadovou hranu. Nevýhodou je zde vyšší množství odtékající naředěné splaškové vody, vypouštěné do koryta řeky či potoku.

Ubývání a nedostatečně rychlé doplňování podzemní vody v našich krajinách, je aktuálním problémem v ČR. Stavba vodních nádrží a další druhy nakládání s vodou, by tak mělo pomoci zadržet vodu v lokalitách, kde je jí nedostatek. Dalším nápadem je přimět obyvatele, aby používali užitkovou vodu na zavlahování zahrad, mytí aut nebo při splachování WC v obytných domech. Kromě posledního zmiňovaného splachování WC dešťovou vodou, místo pitné, je tato myšlenka zcela správná. Instalace rozvodů vody pro splachování užitkovou vodou, je při dnešním průměru ceny pitné vody, technicky náročná a finančně nákladná investice s dlouhodobou návratností. Aktuální průměrná cena pitné vody v ČR je 83 Kč za metr krychlový (včetně DPH). [15]


Dotační programy jsou jednou z možností, jak občany motivovat, aby více využívali dešťovou vodu a uskutečnit tyto nápady v praxi. Současný stav je totiž takový, že jsou dešťové vody rychle odvedeny kanalizací. Tím sice přispívají k navýšení koryta místního vodního toku, ale měly by spíše sloužit k zadržení vody v téže krajině (vsakování dešťové vody v místě vzniku). Tento současně praktikovaný způsob rychlého odkanalizování a nakládání s dešťovou vodou, je v naší zemi odborníky považován, za dlouhodobě neudržitelný. [16]



Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

Měli bychom eliminovat prudký odtok dešťové vody. Voda tak nebude odtékat do koryt řek, ale bude mít možnost vrátit se zpět do malého vodního koloběhu v téže krajině. Dešťová voda ze střech a z odvodňovaných ploch se musí zachycovat a zadržovat na pozemku v maximální možné míře. Stavebník má povinnost, pokud je to možné, dešťovou vodu nechat vsáknout na svém pozemku. Čím více je na pozemku odvodňovaných ploch (střechy, příjezdové cesty, terasy a betonové dvory), tím náročnější a nákladnější bude opatření. Snadnější cesta je při větším množství propustných povrchů se zelení. Zelené plochy umožní vodě vsáknutí a její retenci, téměř bez stavebních zásahů. [17, 18]

Druh povrchu, na který dešťová voda spadne, je také významným ukazatelem toho, jak znečištěná následně bude. Míra znečištění a druhy povrchů jsou uvedeny v tabulce pod textem.

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Vegetační střechy</li><li>- Střechy z inertních materiálů</li><li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m<sup>2</sup></li><li>- Komunikace pro chodce a cyklisty</li><li>- Málo frekventovaná parkoviště osobních aut</li><li>- Málo frekventované pozemní komunikace<sup>a</sup> (příjezdy k domům)</li></ul>		nizká
<ul style="list-style-type: none"><li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m<sup>2</sup> až 500 m<sup>2</sup></li><li>- Středně frekventované pozemní komunikace<sup>b</sup></li><li>- (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)</li></ul>		střední
<ul style="list-style-type: none"><li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m<sup>2</sup></li><li>- Vysoce frekventované pozemní komunikace<sup>c</sup></li><li>- Plochy u skladů, manipulační plochy</li><li>- Komunikace zemědělských areálů</li><li>- Parkoviště nákladních aut<sup>d</sup></li></ul>		vysoká
<sup>a, b, c</sup> viz tabulka A.1		
<sup>d</sup> parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací		

**Obrázek 6** Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky. [19]

### **Modrá úsporám – dotace na „dešťovku“**

Bude sloužit k motivaci občanů, aby efektivně využívali a zadržovali dešťovou vodu. Bude určena pro vlastníky a stavebníky nemovitostí. Dotační programy se člení na tři základní body, podle účelu:

- Zachycení srážkové vody pro zavlažování zahrad
- Akumulace srážkové vody pro zavlažování zahrad a pro splachování WC
- Využití přečištěné OV pro splachování WC

Předpoklad pro přidělení dotace je však posouzení odborníkem a projednání záměru se stavebním úřadem. [20]

### **3.9 Žumpa**

Je bezodtoková jímka, do které se soustředí (akumulují) odpadní vody z jedné či více nemovitostí. Podle počtu ekvivalentních obyvatel a četnosti vyvážení, pak navrhujeme její objem. Výpočet objemu akumulčního prostoru žumpy pro splaškové odpadní vody:

$$V = h \cdot q \cdot t[l]$$

h – počet napojených obyvatel (EO)

q – specifická denní spotřeba vody v litrech (obyvatele/den)

t – časový interval vyprazdňování žumpy (dny)

Konstrukce žumpy je nejčastěji vyhotovena z betonu, plastové hmoty. Při naplnění, je nutné splašky vyvážet pomocí fekálního vozu na čistírnu odpadních vod, kde jsou dále zpracovány. Žumpy neslouží ke shromažďování podzemních, srážkových, povrchových ani pramenitých vod. Žumpa musí být opatřena přístupovým otvorem (nejmenší rozměr je 0,6 x 0,6 m), který je pokrytý litinovým poklopem. Z hlediska zápachu žumpu neumístujeme pod okna obytných domů. Samotné umístění žumpy od objektu je minimálně 1 metr. Nutností je také dodržení dostatečné distance žumpy od studny.

Rozhodující je zde propustnost zeminy. V málo propustných zeminách je vzdálenost 5 metrů a ve více propustných zeminách až 12 metrů od domovních studní. [21]

### **3.10 Domovní ČOV**

U středně velkých objektů, které se z nějakého důvodu nemohou napojit na veřejnou splaškovou kanalizaci (popřípadě v obci není žádná centrální ČOV vybudovaná), se pro předčištění splašků používají tzv. malé (domovní) čistírny. Zde probíhá usazování a vyhnívání kalu v jednom zařízení. Protékající voda je zde ve styku s kalem, který vyhnívá. Budují se z betonového nebo plastového materiálu. Plocha šterbinové nádrže je rozdělena v jednom objektu na prostor usazovací a vyhnívací. Stěny domovních ČOV musí být v usazovacím prostoru dostatečně hladké, aby mohl kal volně sklouznout do nejnižšího místa. V tomto místě je šterbina, která ústí do prostoru pro vyhnívání. Vyčištěná voda poté odtéká přes odtokové potrubí. Se souhlasem kanalizační správy, může být vyčištěná voda vypouštěna do veřejné kanalizace pro srážkovou vodu, do vodního toku, do rybníku a podobně. Domovní ČOV jsou projektovány na počet EO z připojených nemovitostí. [22]

#### 4. Teorie k technologii čištění odpadních vod

Následující kapitoly se zabývají problematikou čištění odpadních vod a vybraných kapitol, které s tímto souvisí.

##### 4.1 Čistírny odpadních vod

Podle množství odpadní vody, které dokáže čistírna odpadních vod zpracovat, rozeznáváme tyto kategorie:

- ČOV domovní (5-50) EO
- ČOV pro zdroje malých a středních odpadních vod (50-500) EO
- ČOV komunální (500 >) EO

Čistírny odpadních vod se navrhují podle počtu napojených ekvivalentních obyvatel a podle typu a množství přitékající OV. Rozeznáváme ČOV městské a průmyslové. Průmyslové odpadní vody mají odlišné složení, proto je zvolen také odlišný typ technologie čištění než u klasických městských ČOV. Ekvivalentní obyvatel je teoretický průměrný obyvatel produkující znečištění odpovídající 60 gramů BSK<sub>5</sub> za den, s denní produkcí 150 litrů odpadní vody. [23]

Menší typy čistíren se dodávají nejčastěji v plastovém provedení, kdy je daný kontejner vybaven kompletní linkou technologického zařízení. U čistíren nad 200 EO se sestava skládá s více obdobných kontejnerů zařazených za sebou. U těchto typů konstrukcí je důležité správné osazení do předem připravené stavební jámy, na projektem určený podklad. Pro správnou funkci je také zapotřebí, zajistit připojení na zdroj elektrické energie.

Větší typy městských ČOV požadují větší nároky na plochu, protože jsou složeny z provozních, obslužných a pomocných objektů, zajišťující jejich chod. Většinou je součástí kanalizační sběrač s lapákem šterku, čerpací stanice pro výtlač odpadní vody, dmychadla dopravující vzduch do potřebných sekcí, česlovna, usazovací a zahušťovací nádrže, aktivační reaktory, dosazovací nádrže, objekty pro zahušťování kalu, bioplynová stanice a podobně. Součástí větších ČOV je i budova pro zaměstnance se sociálním

zařízením. Dále garáže pro techniku, manipulační plochy, skladiště a oplocení objektu. [23]

## **4.2 Mechanické předčištění odpadních vod**

K nejpoužívanějším mechanickým procesům pro předčištění odpadních vod se řadí hrubé předčištění, usazování a zahušťování suspenzí. Usazování probíhá u hrubého předčištění odpadní vody v lapáku písku, v usazovací (dosazovací) nádrži, která slouží i pro zahušťování suspenze.

### **Hrubé předčištění**

Hrubé předčištění slouží k ochraně čistírny. Úkolem je zachytit velké plovoucí předměty, které by mohly narušit následný průběh čištění. Hlavním důvodem je však ochrana strojního vybavení čistírny odpadních vod (čerpadla a podobně). Mezi praktikované zařízení, za tímto účelem užívané řadíme lapák šterku a česle. [23]

### **Lapák šterku**

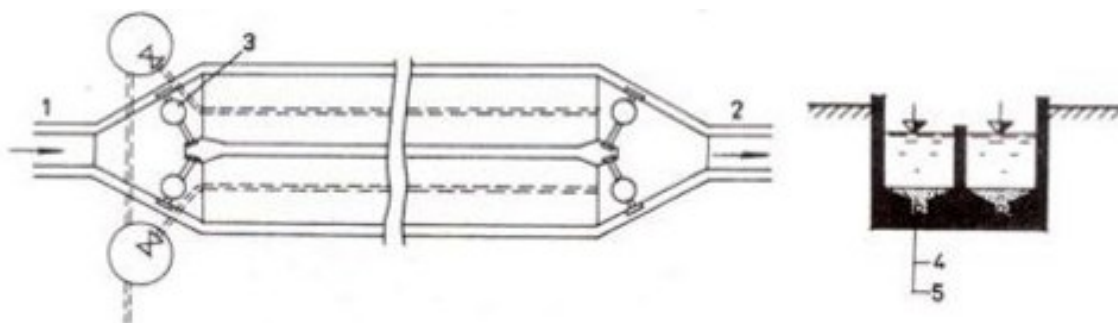
Lapák šterku plní svoji funkci nejvíce v období přívalových dešťů. Jedná se o jímku, zařazenou před čistírnou odpadní vody, na přívodu odpadních vod. Slouží k zachycení velkých a těžkých předmětů.

### **Česle**

Zařízení sloužící k zachycení předmětů (větve, hadry, odpadky, zbytky jídel, cigaretové filtry a podobně). Zařazují se do přítokového žlabu pod úhlem 30° - 60°. Jde o několik ocelových prutů seřazených vedle sebe, nejčastěji v obdélníkovém nebo kruhovém rámu. Mezery mezi jednotlivými česlemi označujeme jako průliny. Podle velikosti průlin, rozeznáváme hrubé česle (> 60 mm) a jemné česle (< 40 mm). Shrabky, které česle vytřídí, jsou shromažďovány strojním způsobem nebo ručně pomocí hrabadla. Následně jsou shrabky transportovány do sběrného místa. Odtud jsou pak dále zpracovávány. Jelikož se jedná o silně hygienicky závadný materiál, musí se s nimi dále patřičně zacházet. Nejčastěji jsou shrabky zneškodněny spalováním při teplotě 680 – 750 °C. Další metodou je hygienizace vápnem nebo chlorovým vápnem. Rychlost protékající odpadní vody přes česle se pohybuje od 0,3 m/sec do 0,9 m/sec. [23]

### Lapák písku

Principem tohoto zařízení je zachytit suspendované, těžké, anorganické látky (písek, škvára, skleněné střepy). Děje se tak při zpomalení průtočné rychlosti. Pro účinnou funkci zařízení musí být transportní rychlost menší než usazovací rychlost nečistot. Množství zachycené hmoty závisí na typologii terénu a na množství spadlých srážek. Při přívalových deštích je množství zachycených částic až 20krát vyšší. Dle průtoku odpadní vody rozdělujeme lapáky s horizontálním průtokem, lapáky s vertikálním průtokem a lapáky s příčnou cirkulací. Na obrázku je zobrazen půdorys a řez komorovým lapákem písku. [25]



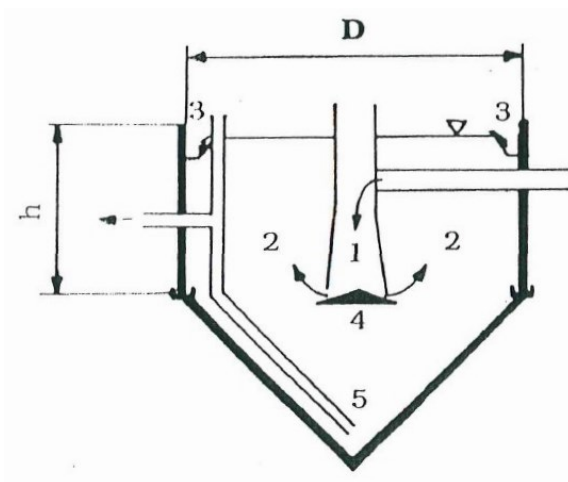
Obrázek 7 Komorový lapák písku (1 – přítok, 2 – odtok, 3 – stavidlo, 4 – filtrační materiál, 5 – drenáž). [24]

### Usazovací nádrže

Usazovací nádrže slouží k odstranění pevných částic vlivem tíhového zrychlení. Používáme tyto nádrže k vytrídění usaditelných látek. Podle typu provozu dělíme nádrže na kontinuální (nepřetržitý průtok) a semikontinuální (nárazové odebírání části objemu). Podle směru průtoku a typu konstrukce rozdělujeme usazovací nádrže na kruhové s horizontálním a vertikálním průtokem, pravoúhlé nádrže s horizontálním průtokem, šterbinové nádrže. [23]

Kruhová usazovací nádrž s vertikálním průtokem. Tvoří ji válcová nádrž, která má kónusové dno. Do dolní části nádrže se přivede středovým potrubím již předčištěná

odpadní voda. Pevné a sedimentované látky klesají směrem ke dnu. Ze dna jsou poté vypuštěny hydrostatickým přetlakem. Značná nevýhoda u těchto konstrukcí je vysoká výška nádrže. Ta se ve výsledku znalosti problematiky zakládání staveb projeví vyšší finanční nákladností výstavby. [25]



**Obrázek 8** Kruhová usazovací nádrž s vertikálním průtokem (1 – středový válec, 2 – usazovací prostor, 3 – přepad, 4 – odrazový štít, 5 – prostor pro kal). [23]

### Lapák tuku a oleje

Na opačném principu pracují lapáky tuků a olejů. Využívá se toho, že mají separované látky hustotu nižší, než samotná odpadní voda. Sníží-li se průtoková rychlost v těchto zařízeních, lehké částice mají tendenci shromažďovat se na hladině. Lamelové odlučovače jsou používány k separování ropných produktů, zejména nafty a olejů. U větších ČOV jsou lapáky tuků budovány ihned za lapákem písku. V městských čistírnách odpadních vod jsou nejčastěji užívány provzdušňované lapáky tuků. Konstrukce těchto typů lapáků mohou být hluboké až 4 metry. Na obdobném principu pracují známé odlučovače a lapáky typu LAPOL. [23]

## 4.3 Biologické čištění odpadních vod

K biochemickým přeměnám, které se za normálních podmínek odehrávají v přírodním cyklu, dochází také na ČOV a to umělým vypěstováním. Jedná se především o bakterie a mikroorganismy. Množení jednobuněčných organismů je zajištěné takzvaným dělením. Po určité generační době se mikroorganismus rozdělí na dva samostatné jedince.

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

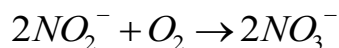
Tyto organismy odstraní znečišťující látky rozpuštěné v odpadní vodě. Biologická kultura mikroorganismů tyto odpadní látky používá jako stavební látku a zdroj energie. Podle postupu technologie rozeznáváme typy biologického čištění na biologické filtry a aktivační nádrže. V aktivačních nádržích je kultura mikroorganismů ve vznosu. [25]

Parametry důležité pro úspěšný proces biologického čištění:

- Organické látky, které podléhají aerobnímu biologickému rozkladu
- Dostatečně dlouhá lhůta pro adaptaci mikroorganismů
- Absence toxických látek v čištěné odpadní vodě
- Dostatečné množství rozpuštěného kyslíku
- Konstantní hodnoty pH
- Teplota 5 – 35 °C
- Absence vysokých koncentrací anorganické soli
- Ideální poměr BSK<sub>5</sub> = 100 : 5 : 1 [25]

Biologické procesy mohou probíhat ve třech možných prostředích. V aerobním, anaerobním a anoxickém prostředí.

Nitrifikace je proces biochemické oxidace amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany. Proces je rozdělený na dvě části, jehož chemické rovnice jsou následující:

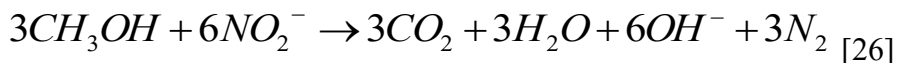


a celková nitrifikační rovnice:





Produkty, které vzniknou při nitrifikaci, jsou rozkládány na plynný dusík a nebo  $N_2O$ . Tento proces je nazýván denitrifikace. Rovnice rozepsané níže, popisují denitrifikační fázi.



#### 4.3.1 Aktivace

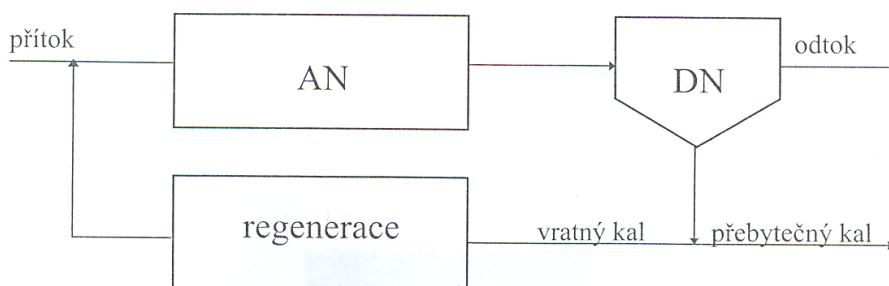
Tento druh čištění je používán u městských i průmyslových odpadních vod. Odpadní voda je smíšena s aktivovaným kalem. Celý proces je podpořen aerací – provzdušňováním. Aktivovaným kalem se rozumí mikroorganismy a bakterie. Po určité době setrvání aktivovaného kalu s odpadní vodou v aktivační nádrži, se směs převede do usazovací nádrže. Zde dochází k oddělování vloček aktivovaného kalu od čištěné vody. Aktivace permanentně podporuje přibývání kalu. Umělými pochody se tvoří nová biomasa. Z dosazovací nádrže je přebytečný kal odváděn ke zneškodnění a dalšímu zpracování. Část kalu se však vrací zpátky do oběhu. Tento kal je pojmenován jako kal vratný. [26]

Aktivační proces můžeme rozdělit podle velikosti zatížení na nízko, středně a vysoko zatížený. Ideální doba stáří kalu pro odstranění látek organických se pohybuje v rozmezí 3 – 15 dnů. Po této době stáří kalu je vysoká pravděpodobnost toho, že dosáhneme vyšší kvality odtoku vyčištěné vody z ČOV. [26]

Dále rozlišujeme tyto druhy aktivace:

##### Klasická aktivace

Jedná se o aktivaci s postupným tokem. Nádrž se vyznačuje velkou délkou koryta s malou profilovou šířkou. Míšení aktivovaného kalu s odpadní vodou probíhá na úvodu nádrže. Aktivovaný kal má přibližně stejnou hodnotu koncentrace v celé nádrži. Obrázek pod textem vystihuje průběh klasické aktivace na ČOV. [23, 26]



Obrázek 9 Schéma aktivace s regenerací vratného kalu. [27]

### Směšovací aktivace

Nejčastěji používaný profil nádrže je čtvercový. Směšovací aktivace se vyznačuje tím, že odpadní voda a vratný kal jsou transportovány do nádrže, která je míchaná a provzdušňovaná vhodnými systémy. Mezi výhody u těchto typů aktivací řadíme větší rezistenci proti toxickým látkám. Nevýhodou pak lepší prostředí pro tvorbu a množení vláknitých mikroorganismů. [28]

### Odstupňovaná aktivace

Systémy poskytující aeraci u těchto typů aktivace jsou umístěny na začátku nádrže. Tím je dosaženo toho, že koncentrace znečištění s postupným tokem v nádrži ubývá.

### Postupně zatěžovaná aktivace

V principu se jedná o kombinaci směšovací a klasické aktivace s postupným tokem. Odpadní voda je přivedena ve více místech podél celé nádrže. Tímto se vyrovná zatížení a rychlost využití kyslíku v nádrži. [28]

### Dlouhodobá aktivace

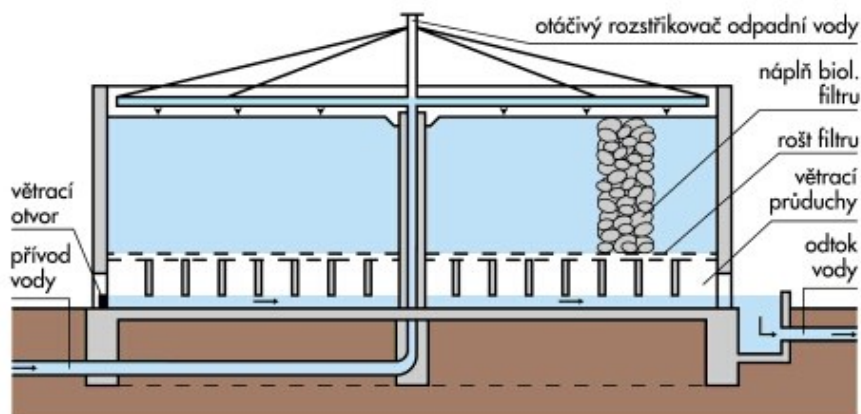
Taktéž nese označení jako aktivace s aerobní stabilizací kalu. V této nádrži se standardní doba zdržení odpadní vody pohybuje kolem 24 – 48 hodin. Udržovací doba kalu pak nad 25 dnů. Kal po částech odumírá a rozkládá se vlivem podvyživení. Tohle má důsledek následně menší hmotnosti produkovaného množství přebytečného kalu. [28]

### **Aerobní biofilmové reaktory**

Obdobný proces čištění, jako při použití aktivace. Hlavní odbourávací pochody tohoto procesu tvoří především aerobní bakterie, mikroorganismy,  $O_2$  a organická hmota, rozkládající se při mineralizačních pochodech. Směsná kultura mikroorganismů je vznášena v provzdušňované nádrži, popřípadě je přisedlá na nějakém typu nosiče (podkladu). Nebo může tvořit tzv. biofilm na určitém druhu povrchu. Existuje mnoho typů biofilmových reaktorů a mnoho rozdělení z hlediska toho, jaký druh nosiče je použit. Dále podle směru dopravování odpadní vody přes filtrační náplň. Dalším kritériem rozdělení je podle druhu použité filtrační náplně, podle typu provzdušňování a podle technologie čištění. Technologii čištění rozeznáváme jednostupňovou, dvoustupňovou a vícestupňovou. Klasickým příkladem biofilmových reaktorů je biologický filtr. [23]

### **Biologický filtr**

Jedná se o nádrž, která je vyplněná materiálem a zkrápěna odpadní vodou. Materiálem těchto konstrukcí bývá kusový vápenec, štěrk střední frakce, PVC nebo struska. Odpadní voda, u které již proběhl proces mechanického předčištění, je přivedena do biologického filtru. Přívod odpadní vody je pomocí Segnerova kola, které zajišťuje skrápění. Filtrační vrstva má obvykle tloušťku 1,5 – 4 metry. Po obvodu konstrukce jsou vytvořeny otvory pro přívod vzduchu. Přísun kyslíku je důležitým faktorem pro aerobní biochemické pochody celého procesu. Slizovitý povlak je udržován mezi frakcí zrnitého materiálu a na něm. Po propadu odpadní vody zrnitým materiálem a povlakem, propadá voda dolů, do sběrného dna. To zajišťuje odvádění vody do dosazovací nádrže. Obdobným typem jako jsou biologické filtry, jsou rotační biofilmové reaktory. [29]



Obrázek 10 Biologický filtr. [30]

#### 4.3.3 Dosazovací nádrže

Dosazovací nádrže slouží k separaci biologického kalu pomocí sedimentace. Jsou v technologii čištění vod zařazeny za aktivaci nebo za biofilmové reaktory. Kvůli tomu, že biologický kal tvoří vločkovou charakteristiku, tak je nutností zajistit delší čas pro zdržení odpadní vody v nádrži, pro úspěšné oddělení. Střední doba zdržení se pohybuje od 1,2 do 1,8 hodiny v závislosti na tom, zdali se jedná o předchozí aktivaci nebo zkrápění pomocí kolony. Při navrhování hydraulického zatížení dosazovacích nádrží se s odváděným kalem vratným a aktivovaným kalem nepočítá. Tento kal je obdobně jako u usazovacích nádrží stíráný a odsávaný. U těchto nádrží, není v naprosté většině případů vybavení, pro stírání vodní hladiny, jako u nádrží usazovacích. Využívají se však norné stěny. Tyto stěny slouží pro zadržení vločkovitého kalu do odtoku před přelivovou hranou. Hloubka vody v nádržích by měla být z konstrukčních důvodů nejméně 3 metry pod hranou přelivu. Nádrže rozdělujeme na pravoúhlé s horizontálním průtokem odpadní vody a na radiální dosazovací nádrže. [31]

#### 4.4. Kalové hospodářství

Při aerobním biologickém čištění vzniká primární kal ze sedimentace přivedené odpadní vody a přebytečný kal aktivovaný z aerobního čištění. Nejvíce kalu v čistírně odpadních vod se při čištění zachytí v usazovacích nádržích. Tento kal je nutné dále zpracovat.

Stabilizace kalu je důležitá zvláště proto, že surový kal mimo jiné obsahuje stále velké množství bakterií, patogenní viry a zárodky. Typickým příkladem jsou nebezpečné škrkavky. Proto se kal řadí jako vysoko hygienicky závadný materiál. Stabilizaci kalu rozdělujeme do těchto skupin:

- Biochemická (anaerobní, aerobní)
- Chemická
- Termická (sušení, pasterizace) [26]

### **Vyhnívací nádrže**

Kal z čistíren odpadních vod je možné také hromadit v tzv. vyhnívacích nádržích. Tento způsob je označován jako anaerobní stabilizace kalu. Zde se odehrává vyhnívací proces bez přístupu kyslíku ( $O_2$ ). Tento děj nazýváme methanová fermentace. Surový čistírenský kal (primární a kal přebytečně aktivovaný), který má asi 65% organických látek o sušině 2 – 3%, je dopravován do vyhnívací nádrže po dávkách. Někdy se kal zahušťuje na obsah 4 – 6% sušiny. To z důvodu zdokonalení energetické bilance procesu. Vyhnívací nádrže jsou ŽB konstrukce, se zajištěným promícháváním uvnitř. Promíchávání je nejčastěji pneumatické nebo hydraulické. Teplota v nádrži se pohybuje kolem  $38^{\circ}C$ , s oběhem přes externí tepelný výměník. Při vyhnívání kalu se tvoří kalový plyn. Ten se využívá k vytápění technologických prostorů nebo k výrobě elektrické energie. Na jednu tunu sušiny se vyprodukuje asi 250 – 450  $m^3$  bioplynu. Bioplyn se užívá k výrobě tepla nebo na výrobu elektrické energie přes rekuperační jednotku. [32]

### **Odvodnění kalu**

Kal má stále vysoký obsah vody, proto musí být voda nějakým způsobem odvedena pryč. Kal má mít tuhou konzistenci. Měl by být dobře rypatelný. To pomůže zejména k jeho další a snadnější manipulaci s odebráním nadměrné hmotnosti. Odvodňovacích způsobů je celá řada. K odvodnění dochází přirozeně nebo uměle. Umělé způsoby se provádějí pomocí strojní mechanizace. Nejběžnější je strojní odvedení a to pásovými lisami, kalolisem, dekantační odstředivkou, vakuovou filtrací. Přirozený způsob odvodnění kalu je

na kalových polích a kalových lagunách. Příklad odvodněného kalu je na fotografii pod textem.



Obrázek 11 Odvodněný kal z čistírny odpadních vod. [33]

### **Způsoby nakládání s čistírenským kalem**

Zde jsou sepsány možné způsoby využití kalu z ČOV, z biologické části:

#### **Hnojivo pro zemědělské účely**

Nejrozšířenější způsob pro zpracování kalu. Kal obsahuje 30 – 50% organických látek. Kal je použit pro hnojení v odvodněném nebo tekutém stavu. Nevýhodou jsou předepsané limity, které musí zemědělci dodržovat a možnost obsahu zvýšených koncentrací některých těžkých kovů. Nejčastěji obsaženými těžkými kovy bývá měď, kadmium, chrom, nikl, olovo a zinek. [34]

#### **Skládkování**

Velmi častým způsobem je i skládkování kalů. Je možno použít jen takový kal, který byl v předchozí úpravě stabilizovaný a odvodněný. Surový kal lze stabilizovat například pomocí vápna ( $\text{CaO}$ ). Snížením množství a zlepšení charakteru pro skládkování je dosaženo spalováním. K tomuto účelu se užívají rotační nebo etážové pece. Skládáme-li

takto upravený kal, je třeba dbát na možnosti kontaminace podzemních vod vlivem průsaku a zamezit tento děj. [34]

#### **Použití kalu ve stavebním materiálu**

Existují také možnosti použít kal ve stavebním sektoru. V přiměřeném množství lze kal zapracovat do stavebních hmot. Při výrobě cementu se dosahuje v rotačních pecích teplota až 1500°C. Při této teplotě se dostatečně dokonale spálí veškeré organické látky. Přídavek kalů do výroby cementu však podléhá kontrole vypuštěných látek do okolního prostředí. [34]

## 5. Posouzení odkanalizování obce Huzová

V obci je navržena oddílná kanalizace. Diplomová práce se věnuje pouze splaškové kanalizaci. Odpadní voda je svedena logicky do nejnižší části obce Huzová, kde je ČOV pro 650 EO. Je navrženo celkem 15 kanalizačních větví.

Nejdelší je stoka A, která je označena za stoku hlavní s délkou 2070 metrů a prochází celou obcí. Do této stoky se napojují další jednotlivé stoky. Celkový přítok odpadní vody do čistírny odpadních vod činí asi  $91\text{m}^3/\text{d}$ . Na celé trase stoky A je navrženo DN 300 mm. Následuje stoka B, která se napojuje na stoku A v šachtě Š4 a má délku 55 metrů. Stoka C s 666 metry je napojena na hlavní stoku v šachtě s označením Š8. Na stoku C se připojuje stoka C1 v šachtě Š75 a její délka je 70 metrů. Následuje stoka D, která měří 180 metrů a na hlavní stoku A se napojuje v šachtě Š15. Další stoka nese označení E, má 15 metrů a do hlavní stoky se napojuje v šachtě Š17. Stoka E1 s délkou 50 metrů se na stoku E napojuje v šachtě Š92 a stoka E2 se 144 metry je napojena na stoku E v šachtě Š92. Následuje stoka F s délkou 230 metrů a napojením na stoku A v šachtě Š19. Stoka F1 o délce 70 metrů je napojená na stoku F v šachtě Š101. Další stoka G s 80 metry a napojením na hlavní stoku A v šachtě Š29. Stoka H s délkou 233 metrů a napojením na hlavní stoku A v šachtě Š41. Následuje stoka I s délkou 130 metrů a napojením na hlavní stoku A v šachtě Š43. Předposlední stoka je stoka I1 o délce 50 metrů a napojením na stoku I v šachtě Š126. poslední stokou je stoka J o délce 70 metrů a napojením na hlavní stoku A v šachtě Š53.

Materiál kanalizačního potrubí je navržený SOLIDWALL PVC SN12. Celková délka kanalizační stoky činí přes 4,1 km. Sklony jednotlivých úseků jsou řešeny tak, aby pokud možno kopírovaly terén. Velikost profilů kanalizačního potrubí určuje sklon, počet napojených obyvatel v jednotlivých lokalitách, druh použitého materiálu, s předpokladem průměrného množství odpadní vody tzv. specifické spotřeby v této oblasti  $140\text{l}\cdot\text{os}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ .

Ve výkresech jsou také zakresleny šachty. Je navrženo několik lomových a spojných vstupních šachet. Šachty jsou osazeny litinovým poklopem. Poklopy jsou osazeny tak, aby vyhovovaly předepsaným normám vzhledem k upravenému terénu. Vzdálenost šachet od sebe nepřesahuje v celém projektu délku 50 metrů. To umožňuje snadný přístup při ucpání nebo při jiných technických problémech. Konstrukce šachet jsou od výrobce WAVIN s



Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

názvem TEGRA 1000 s litinovým poklopem A15. Pouze stoka A je zakreslena, ve výkresové části v podélném profilu v přílohách.

Přílohy obsahují vzorový příčný profil kanalizace zakreslovaný jak pod terénem, tak pod komunikací. Je v měřítku 1:50. Dále podélný profil nejdelší stoky A. Zde je navržen sklon 5‰ v úseku 326 m, od ČS po šachtu Š9. V úseku 228 m od šachty Š9 po Š17 je navržen sklon 6‰. V úseku 407 m od šachty Š17 po Š29, je navržen sklon 10,8‰. V úseku 25 m od šachty Š29 po Š30, je navržen sklon 13‰. V úseku 178 m od šachty Š30 po Š38, je navržen sklon 12,6‰. V úseku 328 m od šachty Š38 po Š50, je navržen sklon 8,3‰. V úseku 15 m od šachty Š50 po Š51, je navržen sklon 10‰. V úseku 50 m od šachty Š51 po Š52, je navržen sklon 14‰. V úseku 130 m od šachty Š52 po Š55, je navržen sklon 20,1‰. V úseku 65 m od šachty Š55 po Š57, je navržen sklon 7,1‰. V úseku 43 m od šachty Š57 po Š59, je navržen sklon 9,8‰. Poslední navržený sklon je 16,3‰ a to v úseku 275 m, od šachty Š59 po koncovou Š65.

Přehledná situace je zakreslena v měřítku 1:2000, kterou přibližuje 8 situací podrobných v měřítku 1:500. Pro výkresy kanalizace byly použity programy AutoCAD, AutoCAD skijo (se stavební nadstavbou) a WINPLAN s modulem Podélný profil kanalizace.

### **Kanalizační potrubí SOLIDWALL PVC SN12**

Tento typ kanalizačního potrubí je vyrobený z neměkčeného polyvinylchloridu. Používá se k odkanalizování dešťových i splaškových vod. Tloušťka stěny potrubí se pohybuje od 8,6 – 10,8 mm, v závislosti na průměru. Díky tomu se vyznačuje vysokou kruhovou tuhostí  $> 12 \text{ kN/m}^2$  a velkou podélnou tuhostí. Je vhodná pro použití v místech, kde se předpokládá velká statická nebo dynamická zátěž. Vyrábí se v průměrech DN 150 – 500 mm a to v délce kusu 6 metrů. Potrubí je spojováno přes hrdlo s osazeným těsněním.



Obrázek 12 Potrubí Solidwall PVC SN12. [39]

### Kanalizační šachta TEGRA 1000 s litinovým poklopem A15

Revizní šachta TEGRA 1000 NG se zvlněnou šachtovou rourou se používá pro čištění a revizní činnost kanalizačního potrubí na hlavních stokách. Šachtové dno obsahuje integrované výkyvné hrdlo. Vnitřní průměr šachty je 1 metr a je vyrobena z polypropylenu a polyethylenu. Šachta splňuje normu ČSN EN 476 Všeobecné požadavky na stavební dílce kanalizačních systémů a také ČSN EN 13598-2, normu pro vstupní a kontrolní plastové kanalizační systémy v oblastech zatížených dopravou a při uložení v zemi ve velkých hloubkách.



Obrázek 13 Kanalizační šachta TEGRA 1000. [40]

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

Do šachty je možné napojit kanalizační potrubí o DN 200 – 500 mm. Používá se také při vysoké hladině podzemní vody. Výrobce garantuje těsnost spojení jednotlivých prvků kanalizační šachty 0,5 baru.

Tabulka obsahující přehled všech stok s jejich označením, délkou, použitým materiálu a DN:

**Tabulka 1 Přehled kanalizačních stok a jejich délek a materiálů.**

NÁZEV STOKY	DÉLKA STOKY [m]	POUŽITÉ DN [mm]	MATERIÁL	POZN.
<b>Stoka A</b>	2070	300	PVC SN12	Š1 - Š65
<b>Stoka B</b>	55	250	PVC SN12	Š4 - Š67
<b>Stoka C</b>	666	300	PVC SN12	Š8 - Š85
<b>Stoka C1</b>	70	250	PVC SN12	Š75 - Š87
<b>Stoka D</b>	180	250	PVC SN12	Š15 - Š91
<b>Stoka E</b>	15	300	PVC SN12	Š17 - Š92
<b>Stoka E1</b>	50	250	PVC SN12	Š92 - Š98
<b>Stoka E2</b>	144	250	PVC SN12	Š92 - Š96
<b>Stoka F</b>	230	300	PVC SN12	Š19 - Š107
<b>Stoka F1</b>	70	250	PVC SN12	Š101 - Š109
<b>Stoka G</b>	80	250	PVC SN12	Š29 - Š112
<b>Stoka H</b>	233	250	PVC SN12	Š41 - Š122
<b>Stoka I</b>	130	250	PVC SN12	Š43 - Š129
<b>Stoka I1</b>	50	250	PVC SN12	Š126 - Š130
<b>Stoka J</b>	70	250	PVC SN12	Š53 - Š132
<b>Celková délka kanalizační sítě:</b>		<b>4113</b>	<b>metrů</b>	

## **6. Čistírna odpadních vod Huzová a její technologie čištění odpadních vod**

V tomto oddíle je popsána technologie ČOV. Jednotlivé části jsou podloženy hydraulickým výpočtem čistírny odpadních vod a látkovým zatížením. V přílohové části je výkresová dokumentace půdorysů, prvního přízemního podlaží a prvního nadzemního podlaží. Dále detail v řezu a schematické znázornění principu chodu čistírny odpadních vod v obci Huzová. V ekonomické části jsou pak oceněné předpokládané zařízení, potřebné k technologické části a ocenění samotného objektu ČOV v JKSO. Výkresová část čistírny odpadních vod je v přílohové části.

Obslužná náročnost vyžaduje technologa, který bude dozorovat nad správnou činností ČOV. Dále pak pracovníka, který bude pravidelně vykonávat manuální činnosti v objektu ČOV po dobu 2-4 hodin za den.

Budova ČOV je nově vystavěný objekt, do kterého je zakomponováno veškeré potřebné vybavení. Odpadní voda prochází z akumulární nádrže čistírnou odpadních vod gravitačně, průtokem. Z akumulárních nádrží je voda přečerpána do oběhu pomocí několika čerpadel. Následuje kombinované mechanické předčištění, nitrifikační a denitrifikační část, vybavená jemnobublinným provzdušňováním, které zajišťují dmychadla. Z této fáze pokračuje odpadní voda do dosazovací nádrže. Nádrž je vertikálního typu. Poslední částí je kalové aerobní hospodářství. Chemické srážení fosforu je řešeno dodatečně.

## 6.1 Vstupní podklady o kvalitě a množství odpadních vod v projektu

V tabulce jsou zaznamenány hodnoty, z nichž vychází celá výpočtová část. Další hodnoty, převážně koeficienty zpřesňující výpočet, jsou převzaty z norem a odborné literatury, zabývající se problematikou čištění odpadních vod do 5000 EO.

Tabulka 2 Množství a jiné údaje o odpadní vodě.

Zadané kritérium	Hodnota	Jednotka
Nadmořská výška	515	m n. m.
Typ odkanalizování	oddílná	-
Počet napojených obyvatel	650	EO
Specifické množství odpadní vody	140	l/EO/d
Množství balastní vody	0	m <sup>3</sup> /den
Množství dovezených vod	0	m <sup>3</sup> /den
Součinitel denní nerovnoměrnosti	1,5	-
Součinitel maximální hod. nerovnoměrnosti	2,4	-

## 6.2 Akumulace odpadní vody a její přečerpávání

Oddílná splašková kanalizace přivádí splašky z obce do ČOV gravitačně. Splašky se dále hromadí v akumulační čerpací stanici kruhového tvaru, ze které jsou následně přečerpány dvěma kalovými, ponornými čerpadly. Jedno z čerpadel tvoří záložní funkci pro případ nefunkčnosti prvního čerpadla. Tento proces je zautomatizován systémem snímání hladiny. Čerpadla jsou k potrubí kotvená patkovým kolenem. Proti zamezení návratu odpadní vody je použita armatura k uzávěru a zpětná klapka s čistícím kusem pro případ ucpání.

## 6.3 Mechanický stupeň předčištění

Česle, jejich strojní stírání, zachycování písku a lisovací mechanismus vykonává tzv. multifunkční zařízení. Toto zařízení je speciálně navrženo pro průtok v ČOV Huzová. Šroubový dopravník zajišťuje transport a sběr písku do sběrné nádoby, odkud bude dál likvidovaný. V nádrži je lapák tuku s manuálním odstraňováním. Posledním vybavením jsou jemné česle, se stíracími pruty. Proces stírání je automatický a se snadno vyměnitelnými komponenty. Šroubový dopravník zajišťuje vynášení shrabků do sběrného

místa (kontejner), pro jejich další nakládání. Celé zařízení je vybaveno krytem proti nepříjemnému zápachu. Zařízení je zabezpečeno obtokem v případě poruchy.

## **6.4 Biologický stupeň čištění**

Po hrubém předčištění se odpadní voda dostává do fáze čištění denitrifikačním a nitrifikačním stupněm, které později dokoná dosazovací nádrž.

### **6.4.1 Nitrifikační nádrž AN<sub>NN</sub>**

Biologická část čištění začíná v nitrifikační nádrži, zde dochází k oxidaci amoniakálního dusíku a amonných iontů na dusitany a dusičnany. Znečištění organického původu je odstraněno za přístupu kyslíku. Přístup kyslíku je zajištěn provzdušňovacím zařízením. ČOV Huzová je vybavena dvěma dmychadly. Opět je jedno z nich náhradní a k jeho spouštění dochází při havárii primárního dmychadla. Výkon dmychadel je možno ručně změnit - snížit, popřípadě zvýšit tak aeraci. Potrubím je zajištěna recirkulace aktivační směsi čerpadlem, které směs přečerpává z nitrifikační části do denitrifikační. Provzdušňovací systémy jsou vyrobeny z nekorodujícího materiálu.

### **6.4.2 Denitrifikační nádrž AN<sub>DN</sub>**

V denitrifikační nádrži je aktivovaný kal promíchán s odpadní vodou. Ponorné, vrtulové míchadlo, které zajišťuje důkladné promíchání celé směsi, je na tyčové konstrukci a zautomatizované. Aktivovaný kal se do denitrifikační nádrže čerpá čerpadlem z nitrifikační nádrže AN<sub>NN</sub>. Dusík se z vody likviduje bez přístupu kyslíku. Jak již bylo popsáno v teoretické části, zde dochází k redukci dusičnanů a dusitanů na plynný dusík nebo popřípadě na oxid dusný. V tomto procesu je rovněž částečně odstraňováno znečištění organického charakteru a z části dochází i k odstranění fosforu.

## **6.5 Dosazovací nádrž**

Vertikální nádrž s kónickým dnem. Rozměry čtvercového půdorysu nádrže jsou 3,3 x 3,3 metry. Aktivovaný kal je separován v této části nádrže. Odpadní voda z nitrifikačního procesu se zde dostává přes středový válec do dna nádrže dosazovací. Čerpadlem je odčerpáván kal, který se hromadí u dna. Tento kal je vrácen zpět do denitrifikační nádrže, potrubím k tomuto účelu vybudované. Přebytný kal je dále shromažďován v kalojemu.

Pomocí sběrového žlabu je zajištěn odtok vyčištěné vody. Z hladiny nádrže je kal odstraňován hydromechanickým čerpadlem, do denitrifikační části. Dosazovací nádrž bude vybudována z vodostavebního betonu.

### 6.6 Kalové hospodářství – aerobní stabilizace

Kalojem je část ČOV, ve které se hromadí a zpracovává přebytečný kal. Je provzdušňovaný podobně jako u nádrže denitrifikační. Potřebný kyslík zajišťují dmychadla ze strojní části. Objem kalojemu usnadňuje úplný aerobní stabilizační proces kalu. Zahuštění kalu je gravitační a voda uvolňující se při odvodnění, se vrací zpět do denitrifikační části gravitačním potrubím. Mezi kalojemem a denitrifikační nádrží je instalována norná stěna, zabraňující odtok kalu. Dno kalojemu má potrubí pro odtažení kalu fekálním vozem. Doba zdržení kalu v kalojemu se pohybuje od 10 – 20 dnů.

Doba zdržení při 20°C (dny)	
přebytečný kal	10 - 15 d
přebytečný kal z ČOV bez primární sedimentace	12 - 18 d
směs primárního a přebytečného kalu	15 - 20 d
kal ze skrápěného filtru	15 - 20 d
Látkové zatížení kg org. sušiny m <sup>-3</sup> d <sup>-1</sup>	1,6 - 4,8
Požadavky na kyslík kg O <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> odbouraného BSK <sub>5</sub>	1,6 - 1,9
Energetické nároky na míchání	
mechanické aerátory kW 1000 m <sup>-3</sup>	20 - 40
míchání vzduchem m <sup>3</sup> 1000 m <sup>-3</sup> . min <sup>-1</sup>	20 - 40
Doporučená zbytková koncentrace O <sub>2</sub> mg.l <sup>-1</sup>	1 - 2

Obrázek 14 Aerobní stabilizace kalu. [35]

### 6.7 Měrný objekt

Ještě než je voda vypuštěna do potoku Sítka, který obcí protéká, vyčištěná voda proteče přes tzv. měrný objekt. Jedná se o prefabrikovanou betonovou šachtu, průměru jednoho metru, vybavenou Parshallovým žlabem s ultrazvukovou sondou. Ta slouží k naměření okamžitého průtoku a je vybavena zápisovou jednotkou. Šachta je také vybavená přístrojem, vyhodnocujícím celkové množství pročištěné vody.

### 6.8 Dodatková technická stavební část

Objekt je vystaven monoliticky a je použit speciální vodostavební beton. Jednotlivé technologické části jsou děleny pomocí příček. Lávky jsou vybaveny zábradlím v patřičné

výšce. Otvory pro potrubí jsou vrtány korunkovým vrtáním, aby bylo zamezeno statického narušení konstrukce. Prvky, které jsou v objektu technologického vybavení, jsou z PVC, PP, nerezové oceli a pryže. Potrubí pro přísun aerace jsou z nerezové oceli.

## 6.7 Výpočtová část

Výpočtová část se skládá z šesti oddílů, pro lepší přehled jsou jednotlivé oddíly označeny abecedně. Výpočty se týkají: A - přítoku odpadní vody a průtoku, B - charakteristiky přitékajícího znečištění, C - jemných česlí, D - lapáku písku, E - jednokalové aktivace, F - dosazovací vertikální nádrže a G - závěrečné sumarizace výsledků. Zde jsou uvedeny vybrané hydraulické výpočty ČOV a jejího látkového zatížení:

### A. Přítok ČOV průtok

Výpočetní parametry:

$$EO = 650 [-]$$

$$q_s = 140 [l \cdot os^{-1} \cdot den^{-1}] = 0,14 [m^3 \cdot os^{-1} \cdot den^{-1}]$$

$$k_d = 1,5 [-] \text{ (pro ČOV do 1000 EO) } \quad \text{koeficient denní nerovnoměrnosti}$$

$$k_h = 2,4 [-] \quad \text{konstanta maximální hodinové nerovnoměrnosti}$$

$$k_{mh} = 0,6 [-] \quad \text{konstanta minimální hodinové nerovnoměrnosti}$$

### Stanovení množství odpadních vod na přítoku ČOV

Průměrný bezdeštný denní přítok

$$Q_{24} = Q_{24m}$$

$$Q_{24} = EO \cdot Q_s = 91 m^3 \cdot den^{-1} = 0,0011 m^3 \cdot s^{-1}$$

Maximální bezdeštný denní přítok

$$Q_{dm} = Q_{24m} \cdot k_d$$

$$Q_{dm} = EO \cdot q_s \cdot k_d = 136,5 m^3 \cdot den^{-1}$$



Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

Maximální bezdeštný hodinový přítok

$$Q_h = \frac{(Q_{24m} \cdot k_d \cdot k_h)}{24}$$

$$Q_h = \frac{(EO \cdot q_s \cdot k_d \cdot k_h)}{24} = 13,7 m^3 \cdot hod^{-1} = 0,0038 m^3 \cdot s^{-1}$$

Minimální bezdeštný hodinový přítok

$$Q_{mh} = \frac{(Q_{24m} \cdot k_d \cdot k_{mh})}{24}$$

$$Q_{mh} = \frac{(EO \cdot q_s \cdot k_d \cdot k_{mh})}{24} = 3,4 m^3 \cdot hod^{-1} = 0,0009 m^3 \cdot s^{-1} [35]$$

### B. Přítok znečištění

Při výpočtu kvality odpadních vod byly odvozeny hodnoty znečištění jednotlivých parametrů na 1 EO, viz následující tabulka dána legislativou. Orientační hodnoty specifického znečištění splaškové vody na ekvivalentního obyvatele:

**Tabulka 3 Orientační hodnoty zatížení ČOV. [36]**

Znečišťující látky	Hodnota v [g/EO/d]
BSK <sub>5</sub>	60,0
CHSK <sub>Cr</sub>	120,0
NL	65,0
NH <sub>4</sub> -N	8,0
N <sub>org.</sub>	3,0
N <sub>celk.</sub>	11,0
P <sub>c</sub>	2,5

Výpočetní parametry:

$$Q_{24} = 91 [m^3 \cdot den^{-1}]$$

$$EO = 650 [-]$$

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

$NL_{EO} = 65 \text{ [g} \cdot \text{d}^{-1}]$	NL – nerozpuštěné látky
$BSK_{5\_EO} = 60 \text{ [g} \cdot \text{d}^{-1}]$	BSK <sub>5</sub> – pětidenní biochemická spotřeba kyslíku
$CHSK_{EO} = 120 \text{ [g} \cdot \text{d}^{-1}]$	CHSK – chemická spotřeba kyslíku
$N_{C\_EO} = 11 \text{ [g} \cdot \text{d}^{-1}]$	N <sub>c</sub> – celkový dusík
$P_{C\_EO} = 2,5 \text{ [g} \cdot \text{d}^{-1}]$	P <sub>c</sub> – celkový fosfor

### Výpočet přitékajícího znečištění na ČOV

NL na přítoku ČOV

Celkové  $NL_{CELK}$  na přítoku

$$NL_{CELK} = \frac{EO \cdot NL_{EO}}{1000} = 42,25 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

NL na litr

$$NL = \frac{NL_{CELK} \cdot 1000}{Q_{24}} = 464,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$$

BSK<sub>5</sub> na přítoku ČOV

Celkové  $BSK_{5\_CELK}$  na přítoku

$$BSK_{5\_CELK} = \frac{EO \cdot BSK_{5\_EO}}{1000} = 39 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

BSK<sub>5</sub> na litr

$$BSK_5 = \frac{BSK_{5\_CELK} \cdot 1000}{Q_{24}} = 428,6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$$

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

CHSK na přítoku na ČOV

Celkové CHSK<sub>CELK</sub> na přítoku

$$CHSK_{CELK} = \frac{EO \cdot CHSK_{EO}}{1000} = 78 kg \cdot d^{-1}$$

CHSK na litr

$$CHSK = \frac{CHSK_{CELK} \cdot 1000}{Q_{24}} = 857,1 mg \cdot l^{-1}$$

N<sub>c</sub> na přítoku na ČOV

Celkový N<sub>C\_CELK</sub> na přítoku

$$N_{C\_CELK} = \frac{EO \cdot N_{C\_EO}}{1000} = 7,15 kg \cdot d^{-1}$$

N<sub>c</sub> na litr

$$N_C = \frac{N_{C\_EO} \cdot 1000}{Q_{24}} = 78,6 mg \cdot l^{-1}$$

P<sub>c</sub> na přítoku na ČOV

Celkový P<sub>C\_CELK</sub> na přítoku

$$P_{C\_CELK} = \frac{EO \cdot P_{C\_EO}}{1000} = 1,625 kg \cdot d^{-1}$$

P<sub>c</sub> na litr

$$P_C = \frac{P_{C\_EO} \cdot 1000}{Q_{24}} = 17,9 mg \cdot l^{-1} [35]$$

### C. Jemné česle

Výpočetní parametry:

$$EO = 650 [-]$$

$$Q_{\min} = 0,0009 \text{ [m}^3/\text{s]} \quad \text{minimální průtok – bezdeštný}$$

$$Q_{\max} = 0,0038 \text{ [m}^3/\text{s]} \quad \text{maximální bezdeštný hodinový průtok}$$

$$Q_{\text{mh}} = 0,0011 \text{ [m}^3/\text{s]} \quad \text{průměrný denní průtok}$$

$$H_{\max} = 0,5 \text{ [m]} \quad \text{maximální výška hladiny vody ve žlabu}$$

$$H_{\min} = 0,01 \text{ [m]} \quad \text{minimální výška hladiny vody ve žlabu}$$

$$H_1 = 0,5 \text{ [m]} \quad \text{bezp. výška nad maximální hladinou vody ve žlabu (0,5 – 1 m)}$$

$$v_{\varepsilon} = 1 \text{ [m/s]} \quad \text{maximální průtoková rychlost mezi česlicemi}$$

$$b_1 = 0,01 \text{ [m]} \quad \text{volená šířka česlice}$$

$$b_2 = 0,01 \text{ [m]} \quad \text{volená šířka mezer mezi česlicemi}$$

$$\beta = 2,42 [-] \quad \text{součinitel odporu proti průtoku daného tvaru česlice}$$

$$\alpha = 45^\circ \quad \text{sklon česlic}$$

$$v_{z2} = 0,01 \text{ [m}^3/\text{rok]} \quad \text{objem shrabků zachycených na jemných česlích na 1 EO}$$

### Výpočet jemných česlí

Průtočná plocha mezer

$$S_{\varepsilon} = \frac{Q_{\max}}{v_{\varepsilon}} = 0,00379167 \text{ m}^2$$

Celková šířka mezer

$$L_m = \frac{S_{\varepsilon}}{H_{\max}} = 0,00758333 \text{ m}$$

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

Voleno 0,25 m

Počet česlí

Počet mezer mezi česlicemi

$$n_m = \frac{L_m}{B_2} = 25$$

Počet česlic

$$n_{\varepsilon} = n_m - 1 = 24$$

Šířka žlabu osazeného česlemi

$$B = n_{\varepsilon} \cdot b_1 + n_m \cdot b_2 = 0,49m$$

Průřezová plocha žlabu

$$S = B \cdot H_{\min} = 0,0049m^2$$

Minimální rychlost průtoku ve žlabu

$$v_{\min} = \frac{Q_{\min}}{S} = 0,1934m/s$$

Průměrná rychlost ve žlabu

$$v_{pr} = \frac{Q_{mh}}{S} = 0,2149m/s$$

Průměrná ztrátová výška na česlích dle Kischnera

$$h_{\varepsilon} = \beta \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^{4/3} \cdot \left( \frac{v_{pr}^2}{2 \cdot g} \right) \cdot \sin \alpha = 0,00402m$$

Celková konstrukční výška žlabu

$$H = H_{\max} + H_1 = 1m$$

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

Objem zachycených shrabků

$$V_{sh} = EO \cdot v_{z2} = 6,5 m^3 / rok \quad [35]$$

#### **D. Lapák písku**

Výpočetní parametry:

$$Q_{\max} = 14 [m^3 \cdot \text{hod}^{-1}] \quad \text{maximální bezdeštný hodinový přítok (Q<sub>h</sub>)}$$

$$n = 1 [-] \quad \text{počet lapáků písku na ČOV}$$

$$v = 15 [m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}] \quad \text{maximální hydraulické zatížení}$$

$$v_{pr} = 0,1 [m \cdot s^{-1}] \quad \text{návrhová průtoková rychlost}$$

$$\theta = 30 [s] \quad \text{minimální doba zdržení vody v lapáku písku}$$

$$EO = 650 [\text{obyvatel}]$$

$$v_{s1} = 0,00003 [m^3 \cdot \text{obyt}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}] \quad \text{množství písku na EO za den}$$

$$t = 2 [\text{den}] \quad \text{požadovaná doba plnění akumulčního prostoru lapáku písku}$$

#### **Výpočet lapáku písku**

Stanovení plochy lapáku písku

$$S_h = \frac{Q_{\max}}{v \cdot n} = 0,910 m^2$$

Průřezová plocha lapáku písku

$$S = \left( \frac{Q_{\max}}{3600} \right) : (v_{pr} \cdot n) = 0,038 m^2$$

Stanovení délky lapáku písku

$$L = v_{pr} \cdot \Theta = 3 m$$

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

Stanovení šířky lapáku písku

$$B = \frac{S_h}{L} = 0,303m$$

Stanovení šířky akumulčního prostoru

Voleno 0,2 [m]

$$B_2 = 0,2m$$

Stanovení hloubky lapáku písku

$$H_3 + H_2 = \frac{S}{B}$$

$$H_3 + H_2 = 0,125m$$

Stanovení objemu akumulčního prostoru nádrže

$$V_p = EO \cdot V_{s1} \cdot t_p \cdot 10 = 0,39m^3$$

Stanovení akumulčního prostoru pro sedimenty

$$H_1 = \frac{V_p}{n \cdot B_2 \cdot L} = 0,7m \quad [36]$$

**E. Jednostupňová aktivace a dosazovací nádrž s recirkulací kalu**

Výpočetní parametry:

$$Q_{24} = 91 [m^3 \cdot d^{-1}] \quad \text{přítok na ČOV}$$

$$T = 10 [^{\circ}C] \quad \text{minimální teplota vody v aktivační nádrži}$$

$$D_o = 2 [mg \cdot l^{-1}] \quad \text{množství rozpuštěného (vháněného) kyslíku v odpadní vodě}$$

$$k_o = 0,2 [mg \cdot l^{-1}] \quad \text{přísaturační konstanta pro kyslík (množství kyslíku rozpuštěného ve vodě, využitelného bakteriemi)}$$

2017

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

$pH = 7,2 [-]$   $pH$  přitékající odpadní vody

$Y_1 = 0,15 [kg \text{ sušiny kalu} / kg^{-1} \cdot BSK_5]$  přírůstek sušiny kalu, tvořeného pouze nitrifikačními bakteriemi na 1 kg přivedeného  $BSK_5$

$Y_2 = 0,71 [kg \text{ sušiny kalu} / kg^{-1} \cdot BSK_5]$  přírůstek sušiny kalu, tvořeného všemi organismy (bakterie, prvoci, houby, plísně, atd.) na 1 kg přivedeného  $BSK_5$

$k_{b1} = 0,04 [d^{-1}]$  koeficient endogenního rozkladu pro odbourávání N

$k_{b2} = 0,06 [d^{-1}]$  koeficient endogenního rozkladu pro odbourávání  $BSK_5$

$BF = 1,2 [-]$  bezpečnostní koeficient

$S_o = 428,6 [mg \cdot l^{-1}]$  hodnoty  $BSK_5$  na přítoku

$S = 30 [mg \cdot l^{-1}]$  povolené hodnoty  $BSK_5$  na odtoku

$N_o = 78,6 [mg \cdot l^{-1}]$  hodnoty celkového dusíku na přítoku

$N-NH_4 = 15 [mg \cdot l^{-1}]$  povolené hodnoty amoniakálního dusíku na odtoku

$X = 4 [kg \cdot m^{-3}] = 4000 [mg \cdot l^{-1}]$  koncentrace sušiny aktivovaného kalu

$z = 1,25 [-]$  převodní koeficient pro nízko zatěžovanou aktivaci (1,1 – 1,25)

$BSK_{5\_CELK} = 39 [kg \cdot d^{-1}]$  celkové  $BSK_5$  na přítoku na ČOV za den

$NL_{CELK} = 42,3 [kg \cdot d^{-1}]$  celkové nerozpuštěné látky na přítoku na ČOV za den

$R_k = 2 [-]$  recirkulační poměr, resp. 200% recirkulace vratného kalu

$\Theta_3 = 14,3 [h]$  doba zdržení vody v denitrifikační zóně dle ČSN 75 6401

$f_D = 0,4 [-]$  podíl hmotnosti sušiny kalu v neprovzdušňovaných sekcích k celkové hmotnosti kalu

$R_I = 1 [-]$  recirkulační poměr, resp. 100% interní recirkulace aktivační směsi

$X_i = 464,3 [mg \cdot l^{-1}]$  nerozpuštěné látky na přítoku



Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

**Nitrifikační nádrž AN<sub>NN</sub>**

**Výpočet**

Stanovení maximální růstové rychlosti nitrifikačních bakterií pro danou teplotu

$$\mu_{\max} = 0,45 \cdot \left[ e^{0,098(T-15)} \right] = 0,276 d^{-1}$$

Stanovení specifické růstové rychlosti za daných podmínek

$$\mu_{\max} = \left[ e^{0,098(T-15)} \cdot D_o : (k_o + D_o) \cdot [1 - 0,833 \cdot (7,2 - pH)] \right] = 0,15 d^{-1}$$

Stanovení stupně maximálního využití substrátu

$$k = \frac{\mu}{Y_1} = 1,02$$

Orientační stanovení podílu nitrifikantů v aktivovaném kalu

$$F_N = \frac{[Y_1 \cdot (N_o - N - NH_4)]}{[Y_2 \cdot (S_o - S) + \{Y_1 \cdot (N_o - N - NH_4)\}]} = 0,04$$

Minimální doba stáří kalu dle ČSN 75 6401

$$\Theta_{X\_MIN} = \frac{6,4 \cdot k_T}{f_N} = 17,41 d^{-1}$$

$$k_T = 1,103^{(15-T_{\min})} = 1,63$$

$$f_N = 1 - f_D = 0,60$$

Návrhová doba stáří kalu

$$\Theta_X = BF \cdot \Theta_{MIN} = 20,90 d^{-1}$$

Stanovení návrhového faktoru využití kalu pro oxidaci (odstranění) amoniakálního znečištění

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

Pozn. Na 1 kg sušiny kalu tvořeného pouze nitrifikačními bakteriemi (Nitrosomonas, Nitrobacter) se odbourá 0,59 kg BSK<sub>5</sub>

$$U_1 = \frac{\left( \frac{1}{\Theta_x + k_{b1}} \right)}{Y_1} = 0,59 BSK_5 \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$$

Stanovení pulsaturačního koeficientu pro dusík

$$k_N = 10^{0,051 \cdot T - 1,158} = 0,22 mg \cdot l^{-1}$$

Stanovení výpočtové koncentrace amoniakálního dusíku na odtok při využití veškerého substrátu

$$N = (-1) \cdot \left[ \frac{k_N}{\left( \frac{1-k}{U_1} \right)} \right] = 0,30 mg \cdot l^{-1}$$

### Odbourání BSK<sub>5</sub>

Stanovení návrhového faktoru využití kalu pro odstranění BSK<sub>5</sub>

Pozn. Na 1 kg sušiny kalu tvořeného směsí všech organismů (houby, plísňe, prvoci, bakterie, včetně těch nitrifikačních) se odbourá 0,15 kg BSK<sub>5</sub>

$$U_2 = \frac{\left( \frac{1}{\Theta_x + k_{b2}} \right)}{Y_2} = 0,15 BSK_5 \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$$

Látkové zatížení kalu dle BSK<sub>5</sub>

$$B_x = \frac{BSK_{5\_CELK}}{[(V + V_{DN}) \cdot X]} = 0,07 BSK_5 \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1} SUŠINY\_KALU$$

Objemové zatížení kalu dle BSK<sub>5</sub>

$$B_v = B_x \cdot X = 0,30 kg \cdot m^{-3} d^{-1}$$

### Stanovení produkce přebytečného kalu (kalové hospodářství)

Celková produkce organického kalu

$$P_s = Y_2 \cdot (S_o - S) \cdot Q_{24} \cdot 0,001 = 25,8 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

### Hydraulické návrhové parametry reaktoru

Potřebná doba zdržení vody na odbourání BSK<sub>5</sub>

$$\Theta_2 = \frac{(S_o - S)}{(U_2 \cdot X)} = 0,66 \text{ d}^{-1} = 15,74 \text{ hod}$$

Potřebná doba zdržení vody na odbourání veškerého amoniakálního znečištění

$$\Theta_2 = \frac{(N_o - N)}{(U_1 \cdot X \cdot F_N)} = 0,84 \text{ d}^{-1} = 20,13 \text{ hod}$$

Volíme dobu zdržení vody v reaktoru vyšší – tzn. 21 hodin

Stanovení objemu aktivační nádrže

$$V = Q_{24} \cdot \Theta_2 = 76,3 \text{ m}^3$$

Stanovení hloubky vody v aktivační nádrži

Pro hladinové aerátory volíme menší hloubky. Pro mikrobublinné aerátory umístěné nad dnem volíme větší hloubku nádrže z důvodu využití kyslíku, min. = 3 metry

Volba hloubky nádrže pro mikrobublinnou aeraci

$$H_1 = 4 \text{ m}$$

Stanovení plochy nádrže

$$S_{pl} = V \cdot H_1 = 19,1 \text{ m}^2$$

Stanovení délky nádrže – volíme délku nádrže

$$L_1 = 5,8 \text{ m}$$

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

Stanovení šířky nádrže

$$B_1 = \frac{S_p}{L} = 3,3m$$

Stanovení objemového zatížení aktivace

$$B_V = \frac{BSK_{5_{-CELK}}}{V} = 0,5kg \cdot m^{-3} d^{-1}$$

**Potřebné celkové množství dodávaného kyslíku na odbourání denního přítékajícího odbouratelného znečištění na ČOV**

Stanovení spotřeby kyslíku

$$O_2 = \frac{Q_{24} \cdot (z \cdot S_o + 4,57 \cdot N_o) \cdot BF}{1000} = 97,7kg \cdot O_2 \cdot d^{-1}$$

**Orientační návrh předřazené denitrifikační nádrže (recirkulace kalu a čištěné vody)**  
**AN<sub>DN</sub>**

Stanovení poměrového množství recirkulovaného kalu a odpadní vody

$$R_C = R_i + R_k = 3$$

Orientační stanovení účinnosti předřazené denitrifikace

$$E_D = \frac{(100 \cdot R_C)}{(1 + R_C)} = 75\%$$

Průtok předřazené denitrifikační nádrže

$$Q_{DN} = Q_{24} + R_i = 91m^3 \cdot d^{-1} = 3,8m^3 \cdot h^{-1}$$

Objem předřazené denitrifikační nádrže

$$V_{DN} = Q_{DN} \cdot \Theta_3 = 54,2m^3$$

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

Hloubka nádrže - zvoleno

$$H_2 = 4 \text{ m}$$

Stanovení plochy nádrže

$$S_{p2} = \frac{V_{DN}}{H_2} = 13,6 \text{ m}^2$$

Stanovení délky nádrže – zvoleno

$$L_2 = 5,3 \text{ m}$$

Stanovení šířky nádrže

$$B_2 = \frac{S_p}{L} = 2,6 \text{ m} \quad [35, 37]$$

#### **F. Dosazovací nádrž – vertikální**

Výpočetní parametry:

$$Q_h = 13,7 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad \text{maximální bezdeštný hodinový průtok}$$

$$\Theta = 1,3 \text{ [h]} \quad \text{střední doba zdržení vody v nádrži}$$

$$H = 0,8 \text{ [-]} \quad \text{účinnost radiální dosazovací nádrže}$$

$$v = 1,5 \text{ [m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}] \quad \text{povrchové hydraulické zatížení, viz ČSN 75 6401}$$

$$EO = 650 \text{ [-]} \quad \text{počet ekvivalentních obyvatel}$$

$$H_5 = 0,5 \text{ [m]} \quad \text{zvolená hloubka akumulčního prostoru}$$

$$v_{kal} = 2,16 \text{ [l} \cdot \text{obyv}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}] \quad \text{přibližná produkce kalu na obyvatele}$$

$$n = 1 \text{ [-]} \quad \text{počet dosazovacích nádrží}$$

$$X = 4 \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad \text{koncentrace sušiny kalu (aktivovaného kalu) – nejhorší stav, všečen  
kal je vyplavován z aktivační nádrže}$$

2017

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

$$z = 5 \text{ [m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}] \quad \text{maximální zatížení přelivné hrany}$$

### Výpočet

Objem usazovacího prostoru

$$V_s = \frac{\Theta \cdot Q_{24}}{\eta} = 22,2 \text{ m}^3$$

Stanovení plochy nádrže

$$S = \frac{Q_{24}}{v} = 9,1 \text{ m}^2$$

Kontrola látkového zatížení

$$B_A = X \cdot v = 6,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$$

### Stanovení rozměrů nádrže

Minimální délka přelivné hrany

$$l = \frac{Q}{z} = 2,7 \text{ m}$$

Orientační produkce kalu

$$V_{kal} = EO \cdot v_{kal} = 1404,0 \text{ l} \cdot \text{d}^{-1} = 1,4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \text{ [35]}$$

### G. Sumarizace výsledků:

Pro danou teplotu, průtok a charakteristiku odpadní vody je celková účinnost při odstraňování amoniakálního dusíku 75%.

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

**Tabulka 4** Hodnoty znečištění na odtoku.

Výpočtové koncentrace znečištění na odtoku		
Parametr	Výpočtové hodnoty	Maximální povolené výpočtové hodnoty
	[mg/l]	[mg/l]
BSK <sub>5</sub>	30	-
N-NH <sub>4</sub>	0,3	15
N <sub>Cl</sub>	20	-

BSK<sub>5</sub> – biochemická spotřeba kyslíku

N-NH<sub>4</sub> – amoniakální dusík

N<sub>C</sub> – celkový dusík

Výpočtové hodnoty pro N<sub>C</sub>:

$$N_{Cl} = N_o - \left( \frac{E_D}{100} \cdot N_o \right) + N = 78,6 - \left( \frac{75}{100} \cdot 78,6 \right) + 0,30 = 20 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$$

V následující tabulce je zprehlednění produkce znečištění za den:

**Tabulka 5** Celková produkce znečištění v kg/den.

Celková produkce znečištění za den	
BSK <sub>5</sub>	2,7 kg/den
N <sub>C</sub>	1,8 kg/den

N-NH<sub>4</sub> – amoniakální dusík

N<sub>C</sub> – celkový dusík

Výpočtové hodnoty pro N<sub>C</sub>:

$$N_C = Q_{24} \cdot 1000 \cdot N_{Cl} = 1,8 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

## 7. Odhad ekonomických nákladů zpracované varianty

Následuje kapitola je věnována oceňování projektu odkanalizování a čištění odpadních vod v obci Huzová. Pro co nejpřesnější ekonomický odhad finanční stránky byl použit program k rozpočtování a tvorbě cenových kalkulací. Dále byl použit sborník klasifikačního odhadu oceňování objektů a třídění stavebních konstrukcí a prací.

### 7.1 Odhad ceny ČOV

Čistírna odpadních vod Huzová se skládá ze samostatné budovy s uvnitř vybavenou technologií pro čištění odpadní vody. Odhad oceňovací části se skládá z hrubého ocenění samotného objektu a vnitřní části technologického vybavení. Ocenění objektu bylo provedeno v JKSO, které se používá k oceňování objektů ve stavebnictví. Tabulka popisuje hrubé ocenění samotné stavby, bez vybavení a technologie ve vnitřní části. Odhad objektu ČOV je v tabulce pod textem.

**Tabulka 6 Orientační cena budovy ČOV.**

Druh objektu	Rozměr objektu [m <sup>3</sup> ]	Cena za 1m <sup>3</sup>	Celková cena (bez DPH)
ČOV	607,05	3 046 Kč	<b>1 849 075 Kč</b>

Objekt byl zařazen do příslušné kategorie, která reprezentovala jeho funkci (haly vodního hospodářství a úpraven vod). Následně byla zvolena specifikace konstrukční části a materiálová charakteristika. Cena je uvedena bez DPH a je pouze orientačního charakteru.

Ocenění technologického vybavení uvnitř budovy čistírny odpadních vod bylo provedeno programem Helios. Helios je podnikový informační systém, který využívají firmy v oblastech širokého stavebnictví, podnikání a ve veřejné správě pro rozpočtování a přehled ekonomických aktivit. Ceny jednotlivých položek jsou však uvedeny bez DPH a bez montážních poplatků. Montážní poplatky bývají zpoplatněny podle složitosti instalace a jsou závislé na více faktorech. V tabulce pod textem je rozpočet pro technologické vybavení čistírny odpadních vod obce Huzová.



Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

**Tabulka 7 Odhad technologické části ČOV Huzová.**

Vybavení	Detaily	Počet	Cena za jednotku	Celková cena
<b>Čerpací stanice</b>				
čerpadlo ponorné	Q = 3,5 l/s	2 ks	61 412 Kč	122 824 Kč
spouštěcí zařízení	DN80	2 ks	8 973 Kč	17 946 Kč
kulový zpětný ventil	DN80/ PN10	2 ks	2 941 Kč	5 882 Kč
šoupátko	DN80/PN10	2 ks	6 320 Kč	12 640 Kč
lávka se zábradlím		1 ks	67 640 Kč	67 640 Kč
<b>Mechanické předčištění</b>				
multifunkční mechanické předčištění	Q max. = 10 l/s	1 ks	729 541 Kč	729 541 Kč
sběrná nádoba na shrabky a písek	120 l	2 ks	1 174 Kč	2 348 Kč
<b>Denitrifikační nádrž</b>				
míchadlo ponorné	Ø300 mm	1 ks	87 299 Kč	87 299 Kč
spouštěcí zařízení		1 ks	8 973 Kč	8 973 Kč
lávka se zábradlím	1000x800 mm	1 ks	13 804 Kč	13 804 Kč
<b>Nitrifikační nádrž</b>				
aerační systém	jemnobubliný	1 ks	36 862 Kč	36 862 Kč
čerpadlo	Q = 3,5 l/s	1 ks	1 764 Kč	1 764 Kč
norná stěna	výška 900 mm	1 ks	6 348 Kč	6 348 Kč
přístroj k měření rozpuštěného kyslíku	s pojistným ventilem	1 ks	51 365 Kč	51 365 Kč
<b>Dosazovací nádrž</b>				
strojní vybavení		1 ks	25 160 Kč	25 160 Kč
čerpadlo	Q = 3,5 l/s	2 ks	1 764 Kč	3 528 Kč
lávka se zábradlím	1000x5200 mm	1 ks	71 781 Kč	71 781 Kč
<b>Kalajem</b>				
aerační systém	jemnobubliný	1 ks	20 488 Kč	20 488 Kč
norná stěna	výška 900 mm	1 ks	6 348 Kč	6 348 Kč
<b>Provozní objekt</b>				
dmychadlo	s pojistným ventilem	2 ks	71 060 Kč	142 120 Kč
<b>Měrný objekt</b>				
parshallův žlab	Q = 0,5-16,5 l/s	1 ks	118 392 Kč	118 392 Kč
ultrazvuková sonda		1 ks	31 204 Kč	31 204 Kč
<b>Potrubí</b>				
potrubí, tvarovky přírub, přírubové spoje		15,5 m	1 353 Kč	20 972 Kč
		<b>Celková cena bez DPH</b>		<b>1 605 229 Kč</b>

## 7.2 Odhad ceny kanalizace

V samostatném oddílu je odhad ocenění splaškové kanalizace. V rozpočtu se zvlášť oceňuje splaškové kanalizační potrubí, včetně hloubení a rozrušení asfaltového krytu, výkopové práce, drenážní činnosti, podkladového materiálu, instalace potrubí, záhozové práce a úprava původního terénu. Není započítáno geodetické zaměření a jednotlivé

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

zkoušky těsnosti, které jsou požadovány, pro bezchybný provoz kanalizační stoky a jistoty zamezení balastních vod. Potrubí je ceněno po jednom metru potrubí. Dále je navržen hrubý odhad šachet, které jsou součástí stokování. Kanalizační šachty jsou včetně výkopových a instalačních prací. Rozpočet je proveden v třídníku stavebních konstrukcí a prací. Položky jsou uvedeny bez DPH. Cenovou kalkulaci lze považovat opravdu jako velmi hrubý odhad. Vhodné je i započítání procentuální části na rezervy, spojené s nestandardními situacemi během výstavby.

Třídník stavebních konstrukcí a prací slouží k cenovým kalkulacím jednotlivých prvků ve stavebnictví i s jejich montážní činností a zahrnuje také příplatky za obtížnost provedení. Rozděluje se na hlavní a přidruženou stavební výrobu.

**Tabulka 8 Odhadovaná cena potrubí.**

<b>DN potrubí [mm]</b>	<b>Délka stok [m]</b>	<b>Cena za 1 metr délky</b>	<b>Celková cena</b>
300	2981	3 638 Kč	<b>10 844 878 Kč</b>
250	1132	3 452 Kč	<b>3 907 664 Kč</b>
Celková délka potrubí	4113	<b>Celková cena</b>	<b>14 752 542 Kč</b>

**Tabulka 9 Odhadovaná cena pro šachty.**

<b>Druh šachty</b>	<b>Počet kusů</b>	<b>DN [mm]</b>	<b>Cena za kus vč. práce</b>	<b>Celková cena</b>
Lomová	118	1000	39 300 Kč	<b>4 637 400 Kč</b>
Spojná	14	1000	43 900 Kč	<b>614 600 Kč</b>
Celkem	132		<b>Cena celkem</b>	<b>5 252 000 Kč</b>

Kompletní odhad výstavby ČOV, vnitřní technologie čistírny odpadních vod, kanalizační stoky a šachet na zhruba 30 000 000 Kč. Tuto částku je však nutné brát s rezervou. Kvůli rozsáhlosti se ekonomická stránka projektu nevěnovala veškerým cenovým odhadům, ale spíše se zaměřila na specifické části. S finanční náročností je smysluplné uvažovat o dotačních programech od EU, ministerstev či kraje, spadajícího pod tuto oblast.

### **7.3 Energetická bilance**

U těchto typů čistíren odpadních vod (ČOV Huzová), je předpoklad celkové denní spotřeby zhruba 120,0 kWh za den. Roční spotřeba pak dosáhne 43 800 kWh za rok. Při dnešní průměrné ceně, která činí 4,21 Kč za 1 kWh elektrické energie, pak následný roční provoz stojí 184 398 Kč. Za jeden měsíc tak provozovatel ČOV utratí za energie dodavateli přes 15 000 Kč. Nutno zdůraznit, že spotřeba je kalkulována jen pro technologickou část ČOV. [38]

## 8. Závěr

Cílem diplomové práce bylo posouzení stávajícího řešení odkanalizování a čištění odpadních vod v obci Huzová. Výsledky z pohledu výpočtové části čistírny odpadních vod naznačují, že stávající ČOV, dle předložených údajů splňuje parametry garantované dodavatelem. Nicméně je nutné konstatovat, že vlivem stáří oddílné kanalizační sítě, by mohlo dojít k trhlinám a přísunu balastních vod. S tímto možným problémem se však při navrhování ČOV, ve výpočtové části nepočítalo. Dalším teoretickým nedostatkem je poddimenzování výpočtu ČOV Huzová a to vlivem bezpečnostního koeficientu. Rezervní kapacita by po navýšení o více než 130 ekvivalentních obyvatel v obci byla nedostačující. Dále je možné konstatovat, že podle výpočtu čistírna odpadních vod bohatě splňuje požadované povolené hodnoty koncentrace dusíku a organických látek ( $BSK_5$ ) na odtoku do recipientu místního potoku Sítka.

Kanalizace je v obci řešena oddílnou soustavou. Kanalizační potrubí zajišťuje svod odpadní splaškové vody, do nejnižšího místa v obci, gravitačním odtokem do ČOV. Splašky jsou z obytných domů odvedeny kanalizačním potrubím typu PVC SN12 s dobrou dostupností napojení přípojek v celé obci. Délka kanalizace přesahuje 4,1 kilometrů s kombinací DN 250 a DN 300 mm. Po celé délce kanalizace je osazeno celkem 132 kanalizačních šachet. Vhodně je zvolen oddílný typ kanalizace v této lokalitě a to hned z několika důvodů. Nezatěžuje zbytečně ČOV vyšším přítokem, při přívalových deštích. Nemění se příliš pH a koncentrace znečištění odpadní vody, přitékající na čistírnu odpadních vod. Nejsou použity velké profily DN kanalizačního potrubí a s tím související větší náročnost výkopových prací. Je předpoklad zasakování dešťové vody v místě jejího dopadu, eventuálně svedení do místního recipientu.

Ekonomická část obsahuje cenový odhad budovy ČOV a jejímu vnitřnímu technologickému vybavení, výstavbě kanalizace včetně ocenění práce. Kompletní odhad výstavby odkanalizování a čištění odpadních vod v obci byl stanoven na 30 000 000 Kč. Dále byla stanovena energetická bilance technologického provozu čistírny odpadních vod na 184 398 Kč ročně, při aktuální průměrné sazbě elektrické energie v ČR.

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

Součástí diplomové práce, v přílohové části, je i výkresová dokumentace. Ta obsahuje 12 výkresů kanalizace a 4 výkresy, popisující technologickou funkci čistírny odpadních vod v obci Huzová.

## 9. Seznam použité literatury

- [1] Počty obyvatel v obcích. Ministerstvo vnitra ČR [online]. [cit. 2017-01-28]. Dostupné online: <http://www.mvcr.cz/clanek/statistiky-pocty-obyvatel-v-obcich.aspx>
- [2] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací. Olomoucký kraj [online]. [cit. 2017-01-28]. Dostupné online: [http://prvk.kr-olomoucky.cz:85/prvk/PDF/KARTY/7110\\_019\\_01\\_05010.pdf](http://prvk.kr-olomoucky.cz:85/prvk/PDF/KARTY/7110_019_01_05010.pdf)
- [3] Cholera. Velký lékařský slovník [online]. Redakce Zdeňka Juránková. Maxdorf, [cit. 2017-01-28]. Dostupné online: <http://lekarske.slovníky.cz/pojem/cholera>
- [4] ŠINDLÁŘOVÁ, Irena. Paměti obce Huzové. Olomouc: Danal, 1998. ISBN 80-85973-38-3.
- [5] Zákon č. 254/2001 Sb. – Zákon o vodách (Vodní zákon). 2001.
- [6] Zákon č. 274/2001 sb. - Zákon o vodovodech a kanalizacích. 2001
- [7] NYPL, Vladimír a Marcela SYNÁČKOVÁ. Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-01-01729-X.
- [8] CHEJNOVSKÝ, Pavel. Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto, vydavatelství Medim, 2007. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 978-80-87140-05-5.
- [9] Podtlaková kanalizace. Fakulta stavební (FAST) VŠB -TUO. [Online] 2017. [Citace: 2. únor 2017.] Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/8.html>
- [10] Podtlaková kanalizace. Fakulta hornicko-geologická (HGF) VŠB –TUO, Vodohospodářská zařízení II. [Online] 2017. [Citace: 2. únor 2017.] Dostupné z: [http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/7\\_doprava\\_odpadnich\\_vod.html](http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/7_doprava_odpadnich_vod.html)
- [11] ŠÁLEK, Jan, Petr HLAVÍNEK a Jan MIČÍN. Vodní stavitelství. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. ISBN 80-214-2068-5.

- [12] ČSN 75 6101. Stokové sítě a kanalizační přípojky. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [13] HASÍK, Otakar a Jarmila DOSTÁLOVÁ. Stavby pro zásobování vodou a odkanalizování: pro rozsah studia jednoho semestru. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2002. ISBN 80-248-0222-8.
- [14] Vzdálenost kanalizace od základu budovy. Fakulta hornicko-geologická (HGF) VŠB –TUO, Vodohospodářská zařízení II. [Online] 2017. [Citace: 2. únor 2017.] Dostupné z: <http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/images/image068.jpg>
- [15] Průměrná cena pitné vody v ČR. Novinky.cz [online]. [cit. 2017-04-1]. Dostupné online: <https://www.novinky.cz/ekonomika/418785-vodne-a-stocne-by-mohlo-pristi-rok-zdrazit.html>
- [16] SOVAK: stávající systém nakládání s dešťovou vodou je neudržitelný. Vodárenství.cz Vzdělávací a informační portál – vše o nejcennější surovině na jednom místě [online]. [cit. 2017-04-1]. Dostupné online: <http://www.vodarenstvi.cz/2017/03/16/sovak-cr-stavajici-system-nakladani-s-destovou-vodou-je-neudrzitelny/>
- [17] Hospodaření s dešťovou vodou v obcích (1). Počítáme s vodou. [online]. [cit. 2017-04-1]. Dostupné online: <http://www.pocitamesvodou.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-v-obcich-1/>
- [18] SOVAK: Hlavním problémem ČR je hospodaření s dešťovou vodou. Naše voda – informační portál o vodě. [online]. [cit. 2017-04-1]. Dostupné online: <http://www.nase-voda.cz/sovak-hlavnim-problemem-cr-je-hospodareni-destovou-vodou/>
- [19] TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco hydroprojekt a.s., 2013. [online]. [cit. 2017-04-1]. Dostupné online: [http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV\\_75\\_9011\\_brezen\\_2013.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV_75_9011_brezen_2013.pdf)
- [20] Ministerstvo životního prostředí chystá nové dotace na "dešťovku". Voda základ života. [online]. [cit. 01-04-2017]. Dostupné z: <http://www.vodazakladzivota.cz/clanky/ministerstvo-zivotniho-prostredi-chysta-nove-dotace-na-destovku>

Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVA

- [21] SVATOŠOVÁ, Irena. TZB I [CD-ROM]. Ostrava: VŠB-TUO, 2007. ISBN 978-80-248-1479-7.
- [22] Václav Hájek; kolektiv. Pozemní stavitelství III. pro 3. ročník SPŠ stavebních. Praha: Sobotáles, 2009. ISBN 978-80-86817-04-0.
- [23] DOHÁNYOS, Michal, Jan KOLLER a Nina STRNADOVÁ. *Čištění odpadních vod*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 2007. ISBN 978-80-7080-619-7.
- [24] Komorový lapák písku. Multimediální učební texty zaměřené na problematiku úpravy a čištění vody, Úprava a čištění vody. [Online] 2017. [Citace: 9. duben 2017.] Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/images/mc/lapak1.jpg](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/images/mc/lapak1.jpg)
- [25] KUČEROVÁ, Radmila, Peter FEČKO a Barbora LYČKOVÁ. *Úprava a čištění vody*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 9788024823898.
- [26] VUT BRNO. CHEMIE A TECHNOLOGIE VODY - ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD A ZPRACOVÁNÍ KALŮ. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2005.
- [27] Klasická aktivace. Multimediální učební texty HGF, Biologické metody zpracování odpadů. [Online] 2017. [Citace: 14. duben 2017.] Dostupné z: <http://hgfl0.vsb.cz/546/bmzo/img/bcov8.png>
- [28] Biologické čištění odpadních vod. Multimediální učební texty zaměřené na problematiku úpravy a čištění vody. Úprava a čištění vody. [Online] 2017. [Citace: 16. duben 2017.] Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/bio.html](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/bio.html)
- [29] BROŽA, Vojtěch. *Vodohospodářské stavby*. Vyd. 3. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03175-6.
- [30] Biologické filtry. Leporelo.info. Naučný slovník. [Online] 2017. [Citace: 16. duben 2017.] Dostupné z: [https://leporelo.info/pics/pic/filtr\\_biologicky.jpg](https://leporelo.info/pics/pic/filtr_biologicky.jpg)
- [31] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. Příručka stokování a čištění odpadních vod. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2001, 251s. ISBN 80-86020-30-4.



Bc. Alois Pospíšil: POSOUZENÍ KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ  
ODPADNÍCH VOD OBCE HUZOVÁ

- [32] Zpracování kalů. Multimediální učební texty zaměřené na zpracování kalů. Stabilizace a hygienizace. [Online] 2017. [Citace: 16. duben 2017.] Dostupné z: <http://hgfl0.vsb.cz/546/ZpracovaniKalu/stabilizace.html>
- [33] Odvodněný kal. Multimediální učební texty zaměřené na problematiku úpravy a čištění vody, Úprava a čištění vody. [Online] 2017. [Citace: 16. duben 2017.] Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/images/khcov/odvkal.jpg](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/images/khcov/odvkal.jpg)
- [34] MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. *Chemie a technologie vody*. Brno: NOEL 2000, 1996. ISBN 80-86020-13-4.
- [35] HLAVÍNEK, P., HLAVÁČEK, J. et al.: Čištění odpadních vod. NOEL2000, Brno, 1996, 196 s., ISBN 80-86020-0-2.
- [36] ČSN 75 6401. Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [37] TUČEK, F., CHUDOBA, J. et al.: Základní procesy a výpočty v technologii vody. Praha SNTL 1988, 640 s.
- [38] Elektrina.cz - informace o cenách, tarifech a dodavatelích elektřiny [online]. 2016 elektrina.cz, [cit. 18. 04. 2017]. Dostupné z: <http://www.elektrina.cz/cena-elektriny-za-kwh>
- [39] Potrubí Solidwall PVC SN12. Komplexní systémy pro vodovody a kanalizace. HAK velkoobchod s.r.o. [Online] 2017. [Citace. 25. 04. 2017]. Dostupné z: [http://www.hakvelkoobchod.cz/files/letak\\_WAVIN-SOLIDWALL-PVC-SN-12.pdf](http://www.hakvelkoobchod.cz/files/letak_WAVIN-SOLIDWALL-PVC-SN-12.pdf)
- [40] Kanalizační šachta TEGRA1000. Wavin ASG: Unutrašnja instalacija i kanalizacija [Online] 2017. [Citace. 25. 04. 2017]. Dostupné z: [http://www.wavin-asg.rs/kanalizacija/img/tegra1000\\_big.jpg](http://www.wavin-asg.rs/kanalizacija/img/tegra1000_big.jpg)

## 10. Seznam obrázků, tabulek a příloh

### 10.1 Seznam tabulek

Tabulka 1	Přehled kanalizačních stok a jejich délek a materiálů. ....	33
Tabulka 2	Množství a jiné údaje o odpadní vodě. ....	35
Tabulka 3	Orientační hodnoty zatížení ČOV. [36].....	39
Tabulka 4	Hodnoty znečištění na odtoku. ....	53
Tabulka 5	Celková produkce znečištění v kg/den. ....	53
Tabulka 6	Orientační cena budovy ČOV.....	54
Tabulka 7	Odhad technologické části ČOV Huzová. ....	55
Tabulka 8	Odhadovaná cena potrubí. ....	56
Tabulka 9	Odhadovaná cena pro šachty. ....	56

## 10.2 Seznam obrázků

Obrázek 1	Ukázka jednotlivých systémů stokových sítí. [8].....	8
Obrázek 2	Vakuová kanalizace. [11].....	9
Obrázek 3	Znázornění provozu pneumatického zařízení. [7].....	10
Obrázek 4	Tvary stok. [13].....	11
Obrázek 5	Bezpečná vzdálenost rýhy od základu sousední budovy. [14].....	12
Obrázek 6	Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky. [19] .....	15
Obrázek 7	Komorový lapák písku (1 – přítok, 2 – odtok, 3 – stavidlo, 4 – filtrační materiál, 5 – drenáž). [24].....	20
Obrázek 8	Kruhová usazovací nádrž s vertikálním průtokem (1 – středový válec, 2 – usazovací prostor, 3 – přepad, 4 – odrazový štít, 5 – prostor pro kal). [23] .....	21
Obrázek 9	Schéma aktivace s regenerací vratného kalu. [27] .....	24
Obrázek 10	Biologický filtr. [30] .....	26
Obrázek 11	Odvodněný kal z čistírny odpadních vod. [33] .....	28
Obrázek 12	Potrubí Solidwall PVC SN12. [39] .....	32
Obrázek 13	Kanalizační šachta TEGRA 1000. [40].....	32
Obrázek 14	Aerobní stabilizace kalu. [35] .....	37

### **10.3 Seznam příloh**

- Příloha č. 1    Příčný profil kanalizace
- Příloha č. 2    Přehledná situace
- Příloha č. 3    Podrobná situace 1
- Příloha č. 4    Podrobná situace 2
- Příloha č. 5    Podrobná situace 3
- Příloha č. 6    Podrobná situace 4
- Příloha č. 7    Podrobná situace 5
- Příloha č. 8    Podrobná situace 6
- Příloha č. 9    Podrobná situace 7
- Příloha č. 10   Podrobná situace 8
- Příloha č. 11   Podélný profil – Stoka „A“
- Příloha č. 12   Kanalizační šachta vzorová
- Příloha č. 13   Schéma technologie ČOV
- Příloha č. 14   Půdorys ČOV 1. PP
- Příloha č. 15   Půdorys ČOV 1. NP
- Příloha č. 16   Řez ČOV A – A'